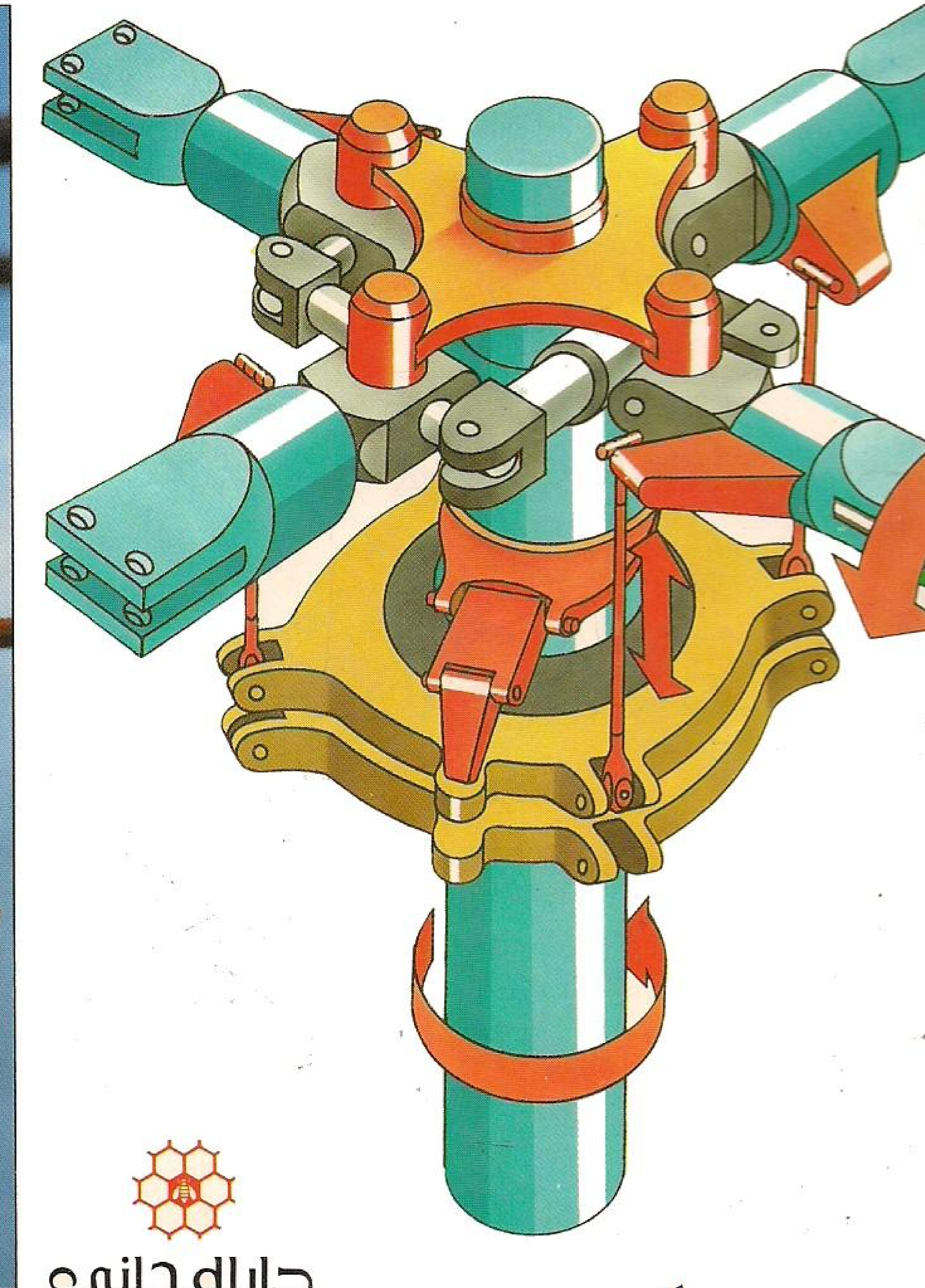
كيف تعمل

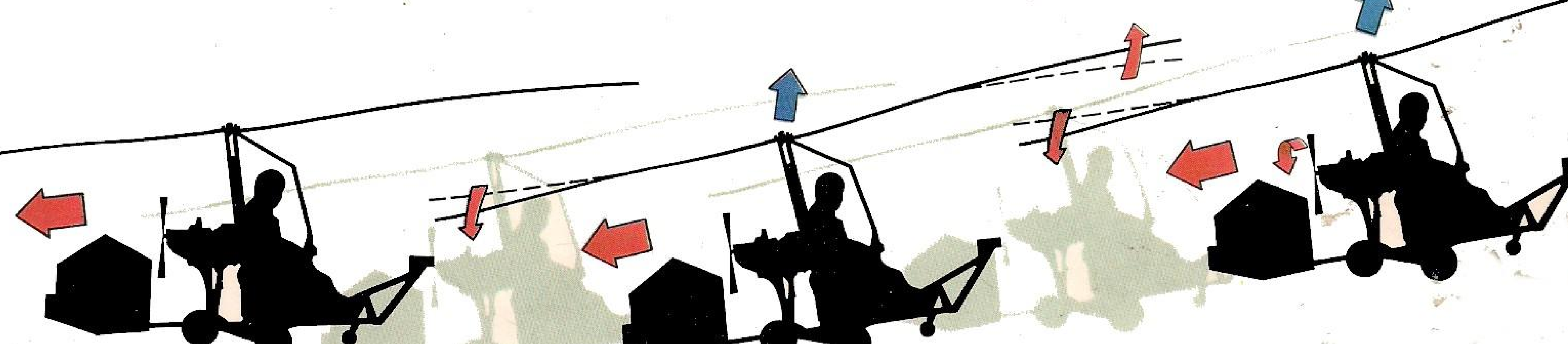
الطوّافات

ايان غراهام





دار المجاني



Arab Comecs-لصالح موقع عرب كوميكس

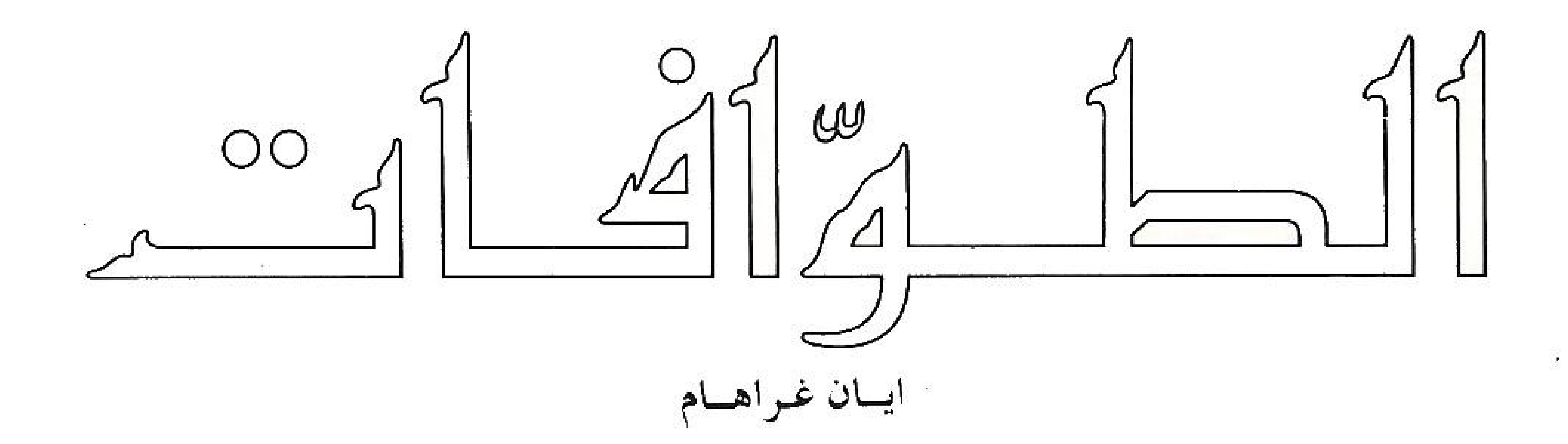
لقد قمت بألمسح الالكتروني لهذا الكتاب وكذلك تنسيق الصور والصفحات وتحويل الصور الى ملف بي دي اف ورفع الملف على الانترنت وكان هدفي الوحيد النهوض بالامة الاسلامية والعربية لما فيه مصلحتها . ولقد قمت بهذا العمل لوجه الله تعلى لما فيه رفعة العرب و المسلمين وتقدمهم .

أخوكم :

الاستاذ أشرف عمر أحمد سمور

فلسطين – طولكرم

« أدعو لي بالتوفيق والنجاح في الدنيا والاخرة »



ايان غراهام

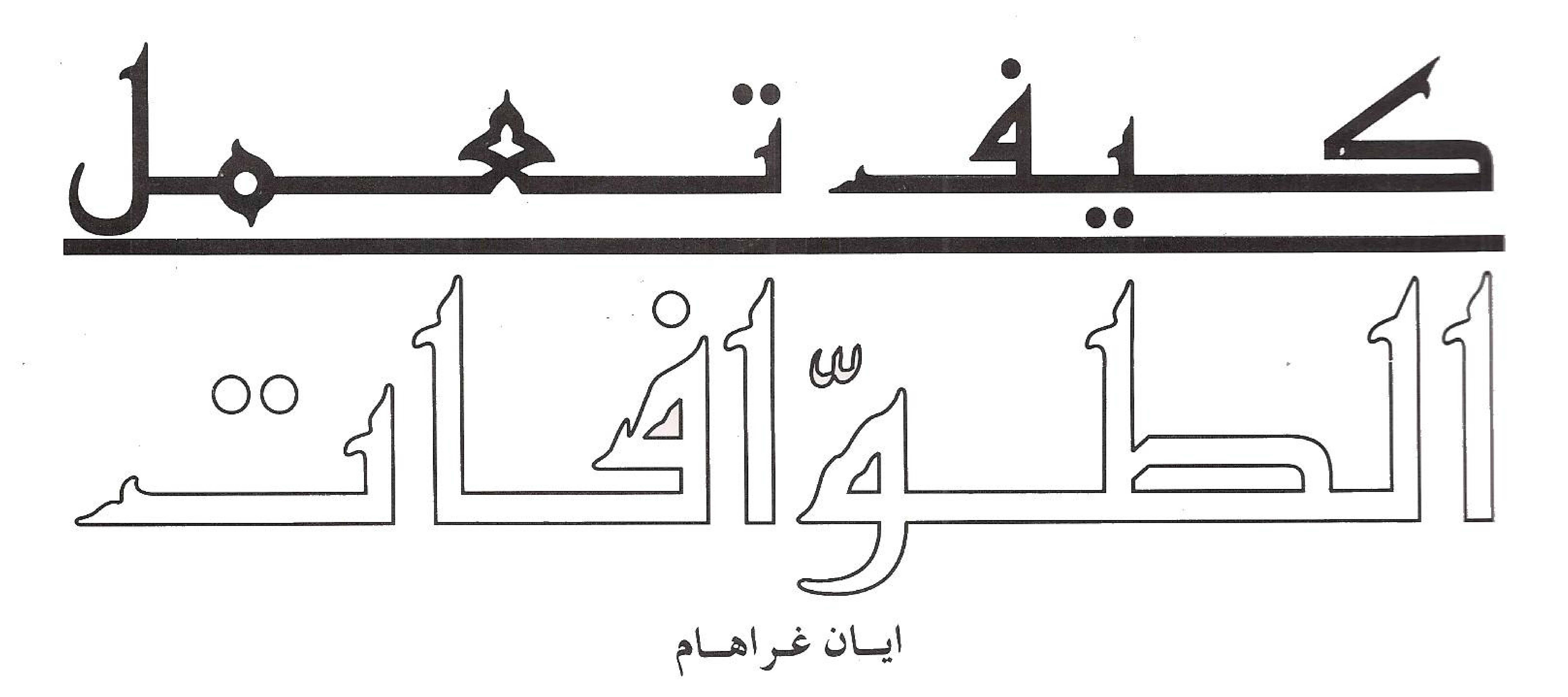
توزيع المكتبة الشرقية
ص.ب.: ١٩٨٦، بيروت - لبنان

صدر هذا الكتاب بالانكليزيّة عن دار:

Aladdin Books Ltd (London), 1989
HELICOPTERS
by IAN GRAHAM
Design David West
Children's Book Design
Researcher Cecilia Weston - Baker
Illustrators Aziz Khan
Ron Hayward Associates

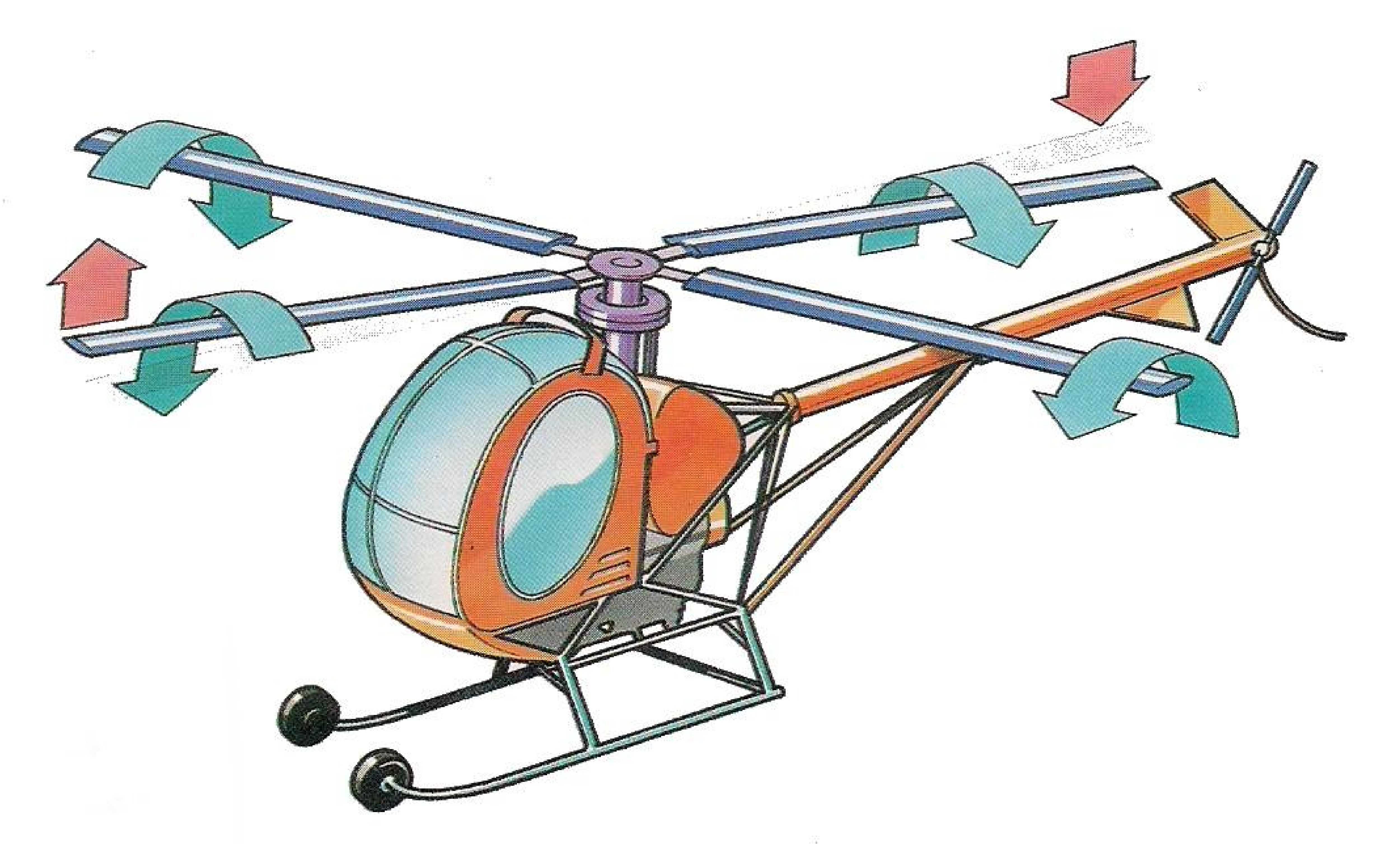
فهرس المحتويات

القطع العاملة ٤
نماذج مختلفة ٧
توليد الطاقة ٨
الإقلاع ١١
التّحويم ١٣
الطيران إلى الأمام ١٤
المناورات ١٧
الهبوط ١٩
أجهزة السيطرة ٢١
حالات الطوارئ ٢٣
أصناف المراوح ٢٤
الطوّافات المتخصّصة ٢٧
تاريخ الطوّافات ٢٨
مسرد لأهمّ المصطلاحات التقنيّة ٣٠
فهرس المصطلحات ٣٢



كيف تعمل الطوافات

ايان غراهام



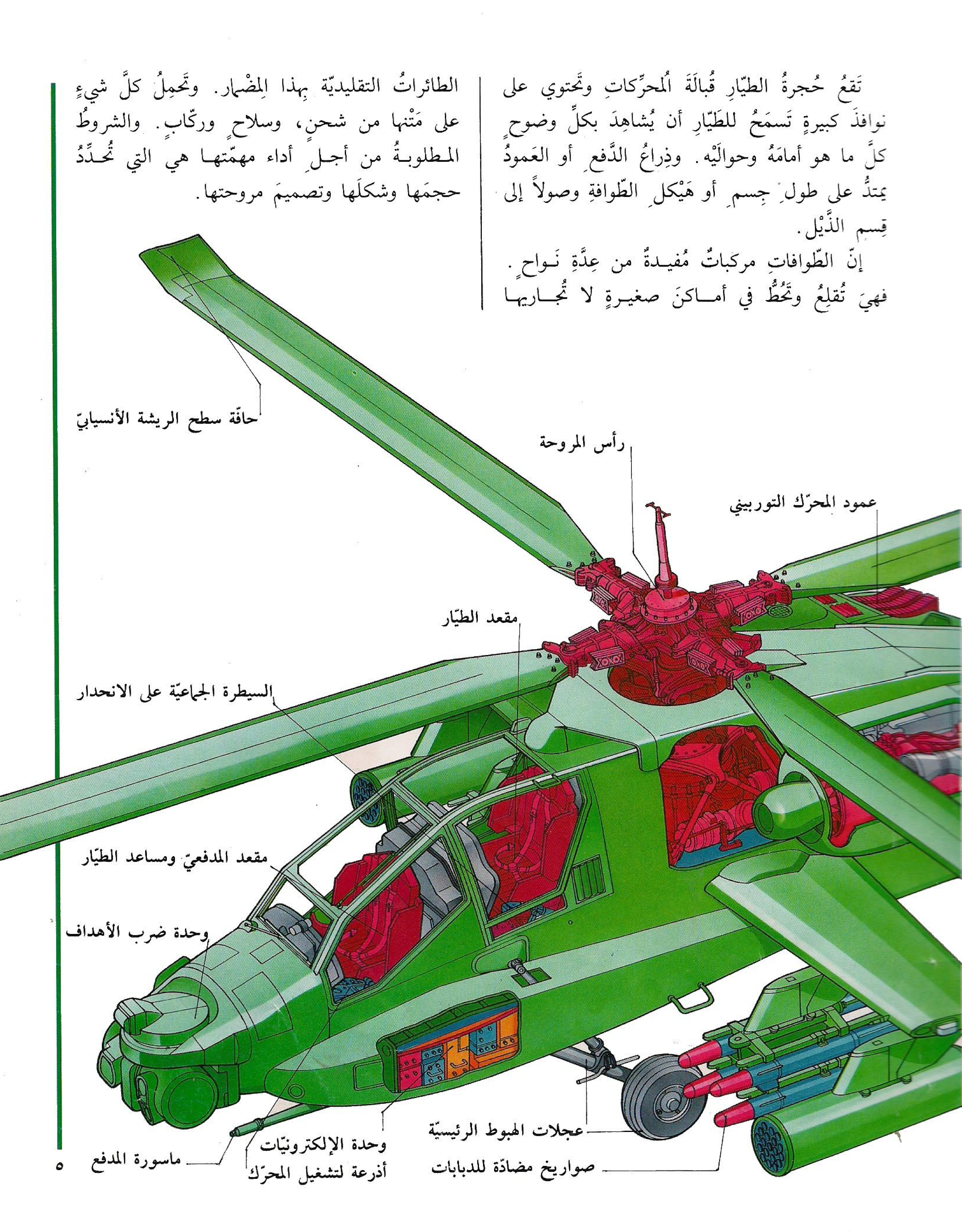
ترجمة

جان خليل شقرا

دار المجاني ش.م.ل

تَقعُ حُجرةُ الطيّارِ قُبالَةَ المُحرِّكاتِ وتَحتوي على نوافذَ كبيرةٍ تَسمَحُ للطَيّارِ أن يُشاهِدَ بكلِّ وضوحٍ كلَّ ما هو أمامَهُ وحوالَيْه. وذِراعُ الدَّفعِ أو العَمودُ يمتدُّ على طولِ جِسمِ أو هَيْكلِ الطّوافةِ وصولاً إلى قِسمِ الذَّيْل.

إنّ الطّوافاتِ مركَباتٌ مُفيدةٌ من عِدَّةِ نَواحٍ. فهيَ تُقلِعُ وتَحُطُّ في أماكنَ صغيرةٍ لا تُجاريها الطائراتُ التقليديّة بِهذا المِضْمار. وتَحمِلُ كلَّ شيءٍ على مَتْنِها من شحنٍ، وسلاحٍ وركّابٍ. والشروطُ المطلوبةُ من أجلِ أداءِ مهمّتِها هي التي تُحدِّدُ حجمَها وشكلَها وتصميمَ مروحتِها.

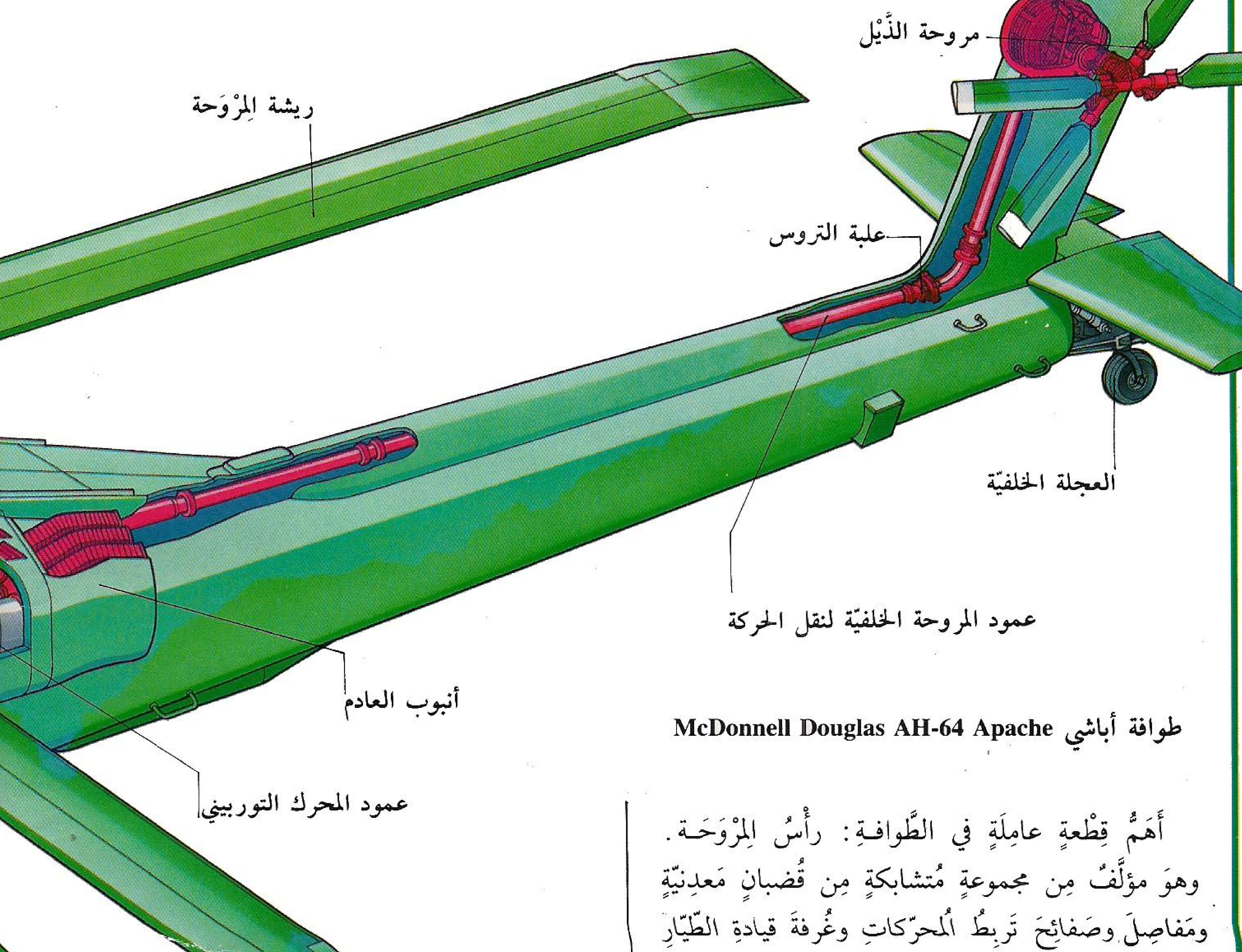


القِطَـعُ العامِلَـةُ

الطّوّافةُ هي طائرةٌ قادِرةٌ على الطّيرانِ في أيِّ جِهَةٍ. وتحومُ في الهواءِ دونَ حُصولِ أيِّ خَللٍ فيها. فَبدَلَ الأجنحةِ الثابتةِ تَملِكُ جانِحاً مُتحرِّكاً يُسمّى المِرْوَحَةَ تَقومُ مقامَ الجَناحِ والفَراشِ على الطائراتِ التَّقْليديّة.

كذلكَ، يوجَدُ على الطّوافةِ مِرْوَحَةٌ أخرى أصغرُ مِنَ الأولى، مُركَّبَةٌ على الذَّيلِ تَقومُ بمَنْعِ الطّوافةِ مِنَ الدَّورانِ السَّريع.

بقُدرةِ الطيّارِ أنْ يُوجِّهَ الطوّافةَ إلى جِهاتٍ مُختلفةٍ بالضّغطِ على عصا القِيادةِ في حُجرةِ الطيّار. وعصا القيادةِ هذهِ تُعدِّلُ المَيَلانَ بزاويةِ رأسِ المِرْوَحةِ أو بالأَرياش.



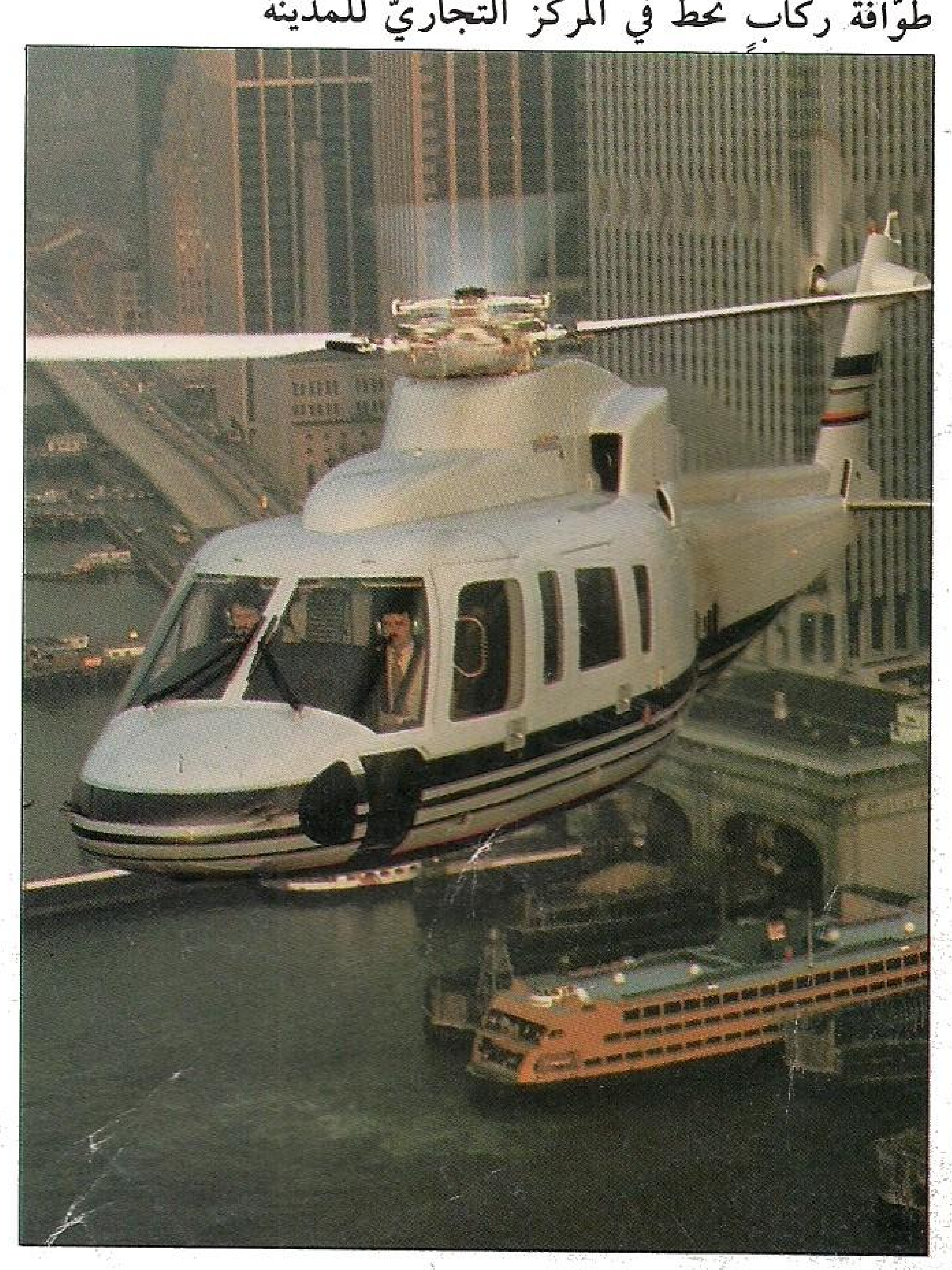
طوافة أباشي **McDonnell Douglas AH-64 Apache**

أَهَمُّ قِطْعةٍ عامِلَةٍ في الطَّوافةِ: رأسُ المِرْوَحَة. وهوَ مؤلَّفٌ مِن مجموعةٍ مُتشابكةٍ مِن قُضبانٍ مَعدنيّةٍ ومَفاصِلَ وصَفائحَ تَربِطُ المحرّكاتِ وغُرفةَ قيادةِ الطّيّارِ مع أرياشِ المِرْوَحَة.

تُديرُ المحرّكاتُ رأسَ المِرْوَحَةِ بسرعةٍ فائقةٍ مُسبِّبَةً بذلكَ دورانَ الأرياشِ الموصولةِ بالرأسِ حيثُ تَعمَلُ مثلَ أجنحةٍ طويلةٍ ورفيعةٍ. وهذا يولِّدُ قوّةً تُسمّى «قوّة الرَّفع» تجعَلُ الطّوّافةَ ترتَفِعُ في الهواء.

طوّافة الإنقاذ «سي كينغ» (Sea King) أثناءَ أداءِ مَهَمَّتها.

طوّافةُ ركابٍ تحطُّ في المركز التجاريّ للمدينة



طوّافاتٌ جبّارة تنقلُ حمولاتٍ ثقيلةً



نماذجُ مُختلفــة

هناكَ نماذجُ عديدةٌ من الطوّافاتِ مهمّتُها إنجازُ أعمالٍ مُختلفة.

فالطوّافاتُ العسكريّةُ مثل «هوي كوبرا» (Bell Huey cobra) هي صغيرةٌ وخفيفةٌ، كذلكَ نشيطةٌ ورشيقةٌ تطيرُ بسرعةٍ كبيرةٍ، تُناورُ جيّداً وتَحمِلُ العديدَ من الأسلحةِ على مَتْنها.

أمّا طوّافاتُ النّقلِ «بوينغ شينوك» (Boeing Chinook) المُجهَّزةُ بمروحتَيْنِ فهي ضخمةٌ وقادرةٌ على نقلِ حُمولاتٍ كبيرةٍ أو رُكّابٍ. بالمقابل، يَتِمُّ شحنُ الآلياتِ الثّقيلةِ مُعلّقةً تحتَ هَيكلِها حيثُ انّها مُجهّزةٌ بمحرّكاتٍ قويّةٍ جدًّا تُمكّنُها مِن رَفعِ أحمالٍ ثقيلةٍ.

تُستعمَلُ هذهِ الطوّافاتُ أيضاً لإنقاذِ ضحايا الحوادثِ التي تحصَلُ في البحرِ وتنقُلُهم إلى البرّ.

تُعَدُّ طوّافةُ «ملك البحر» صنْع سيكورسكي (Si-korsky Sea King) كنَموذجٍ رائعٍ في عمليّاتِ الإنقاذِ. ومع هذا، فهي قادرةٌ أيضًا على القيامِ بمهمّاتٍ أخرى. قد صُمِّمتْ أصلاً لمطاردَةِ غوّاصاتِ العدوّ. لكنْ تحوَّلَتْ في النهايةِ إلى طوّافةِ نَقْلِ بَضائعَ وركّابٍ والقيامِ بعمليّاتِ إنقاذٍ وناقلَةِ جُند.

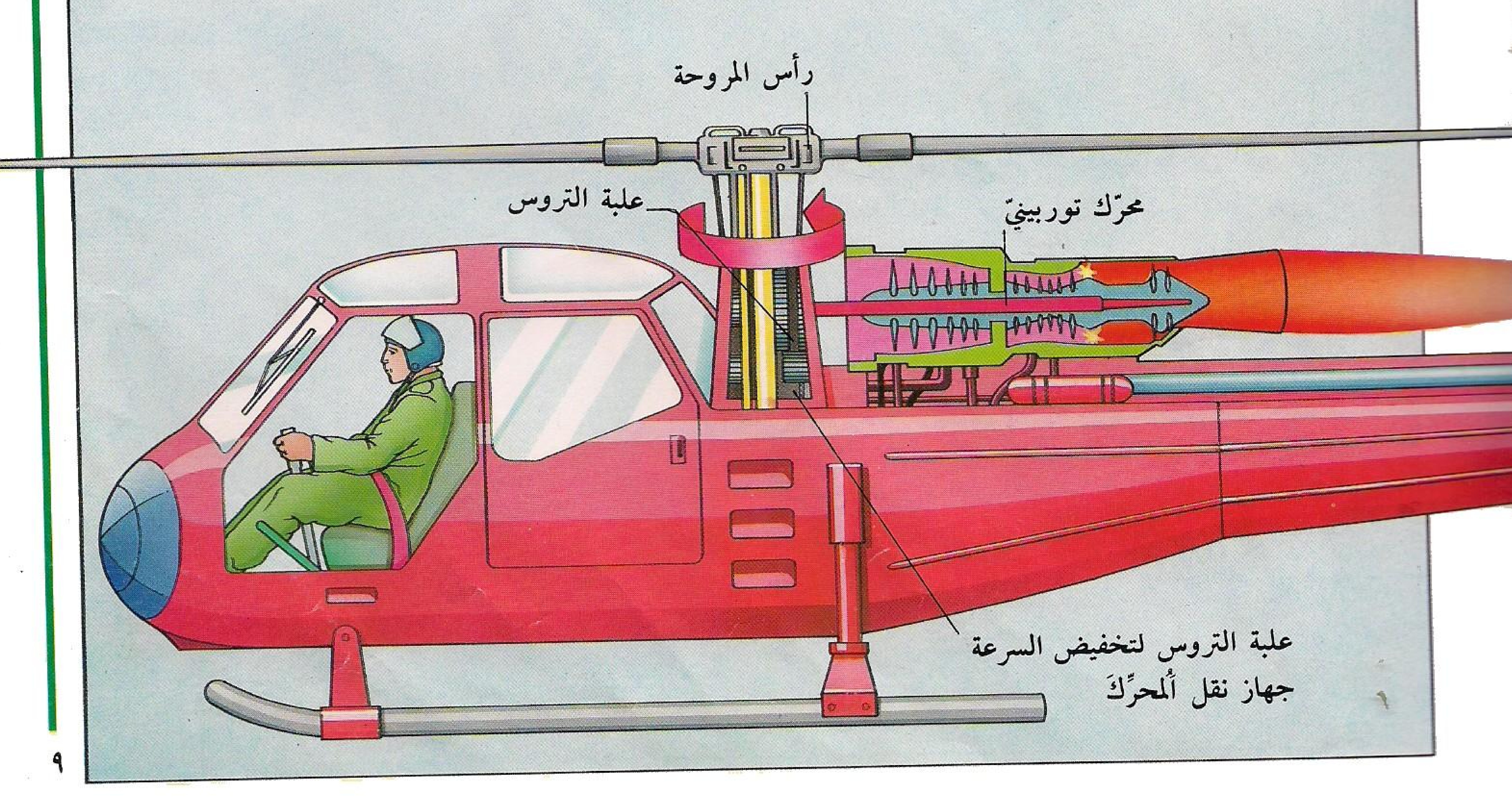
فهذهِ الطوّافاتُ المتعدِّدةُ الاستعمالاتِ واسعةٌ بما فيهِ الكفايةُ لنقلِ الرُّكّابِ، وقويّةٌ جدًّا لِرَفْعِ الأحمالِ الثّقيلة.

إنّ محرّكاتِها تَستهْلِكُ الوقودَ بمعدّلٍ بطيءٍ حيثُ يَسمَحُ لها بالحَوْمِ فوقَ أيّ منطقةٍ لفَتراتٍ طَويلةٍ. يبقى أخيراً أنّ بعضَها قد صُمِّمَ لأغراضٍ عسكريّةٍ، والبعضَ الآخرَ للاستعمالِ المدنيّ.

الطوّافة الهجوميّة الأميركيّة أباشي (AH-64 Apache)



محرّكات توربينيّة مركبة في طوّافة «بل» (Bell)



تـوليـدُ الطّاقـة

زُوِّدَتْ أوائـلُ الـطوّافـاتِ الـتي صُنِعـتْ في الثلاثينيّات والأربعينيّات بمحرّكاتٍ شبيهةٍ بمحرّكاتِ السيّاراتِ التي تعملُ على طاقةِ البنزين.

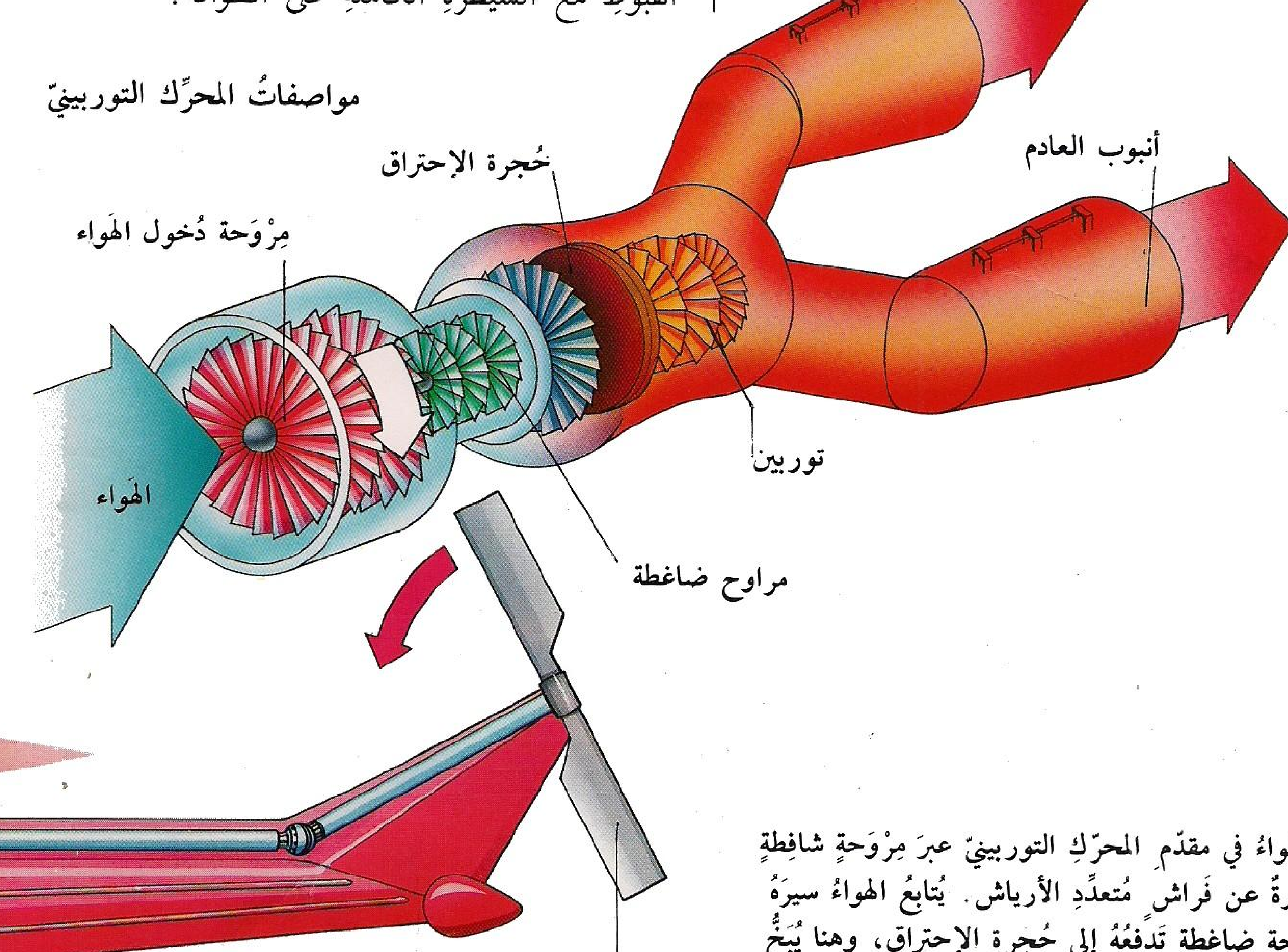
وقـد حَصـلَ تـطوُّرٌ في الخمسينيّاتِ حيثُ تَمّ تركيبُ عمودٍ توربينيٍّ عليها.

وبهذه العمليّة، أصبحتِ المحرّكاتُ العامِلةُ على الكيروسين تَنتجُ قوّةً أكبرَ مِن نَظيراتِها العامِلَةِ على البنزين بأقلِّ كلفةٍ وأبطأ احتراقٍ.

سنة ١٩٥٥، كانتِ الطوّافةُ الفرنسيّة «قنبرة» (Alouette) من الأُوَل باستعمالِ هذا المحرّك. ولا تزالُ كلُّ الطوّافاتِ تَستعمِلُ العمودَ التوربينيّ لغايةِ اليوم. فجميعُها عدا الصغيرة منها مزوّدٌ بمحرّكَيْن. وهذا يعودُ إلى سبَبَيْن مهمَّيْن:

أوّلاً: يُنتِجُ محرِّكانِ صغيرانِ قوّةً أكبرَ من محرِّكٍ واحدٍ.

ثانياً: محرِّكانِ أكثرُ أماناً من محرِّكٍ واحدٍ بحالةِ حُصولِ أيِّ خللٍ. فإذا تعطَّلَ محرِّكٌ وفَقَدَ طاقتَهُ، يَبقى المحرِّكُ الثاني شاغلاً كي يُمكِنَ الطيارَ مِنَ الهُبوطِ مع السَّيْطرةِ الكاملةِ على الطوّافة.



يدخُلُ الهواءُ في مقدّمِ المحرّكِ التوربينيّ عبرَ مِرْوَحةٍ شافطةٍ وهي عبارةٌ عن فَراشٍ مُتعدِّدِ الأرياش. يُتابعُ الهواءُ سيرَهُ عبرَ مِرْوَحةٍ ضاغطةٍ تَدفعُهُ إلى حُجرةِ الإحتراق، وهنا يُبَخُّ الوقودُ في الهواءِ فيَشْتعلَ بفعلِ شَرارةٍ كهربائيّةٍ. فَهذا المزيجُ مِنَ الوقودِ والهواءِ يَحترقُ ويَبدأُ بالتمدُّدِ وعبرَ المحرّكِ وصولاً حتّى أنبوبِ العادمِ. لكنْ في طَريقِهِ إليه يَمرُّ عبْرَ التوربين ويَجعلُهُ يَدور. إنَّ هذه العمليّةَ تُقدِّمُ الطاقةَ لبَرْمِ عمودِ المِرْوَحة.

الرّيشة

رأسُ المِرْوَحة

ذراعُ تَوْصيل

ذراعُ لتغيير الخطوة

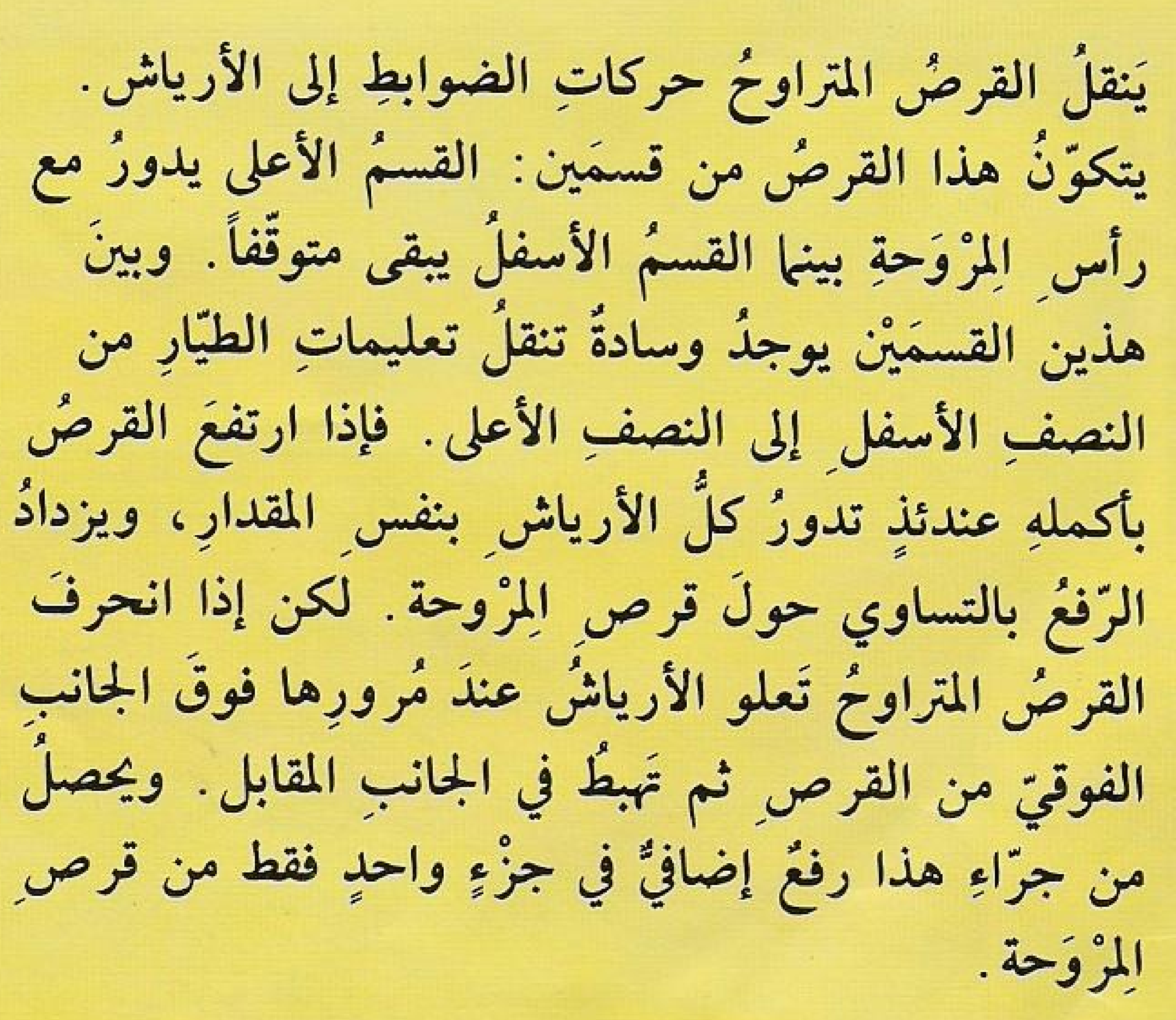
مفصلة قلابية

قرص متراوح

عمود المروحة

مجرى هواء

اتجاه المروحة



يَنقلُ القرصُ المتراوحُ حركاتِ الضوابطِ إلى الأرياش. يتكوّنُ هذا القرصُ من قسمَين: القسمُ الأعلى يدورُ مع رأسِ المِرْوَحةِ بينما القسمُ الأسفلُ يبقى متوقّفاً. وبينَ هذين القسمَيْن يوجدُ وسادةٌ تنقلُ تعليماتِ الطيّارِ من النصفِ الأسفلِ إلى النصفِ الأعلى. فإذا ارتفعَ القرصُ بأكملِه عندئذٍ تدورُ كلُّ الأرياشِ بنفسِ المقدارِ، ويزدادُ الرّفعُ بالتساوي حولَ قرصِ المِرْوحة. لكن إذا انحرفَ القرصُ المتراوحُ تعلو الأرياشُ عندَ مُرورِها فوقَ الجانبِ الفوقيّ من القرصِ ثم تَهبطُ في الجانبِ المقابلِ. ويحصلُ من جرّاءِ هذا رفعٌ إضافيٌّ في جزءٍ واحدٍ فقط من قرصِ المِرْوَحة.



طوّافة «بل ٢٠٦ ب» عند الإقلاع

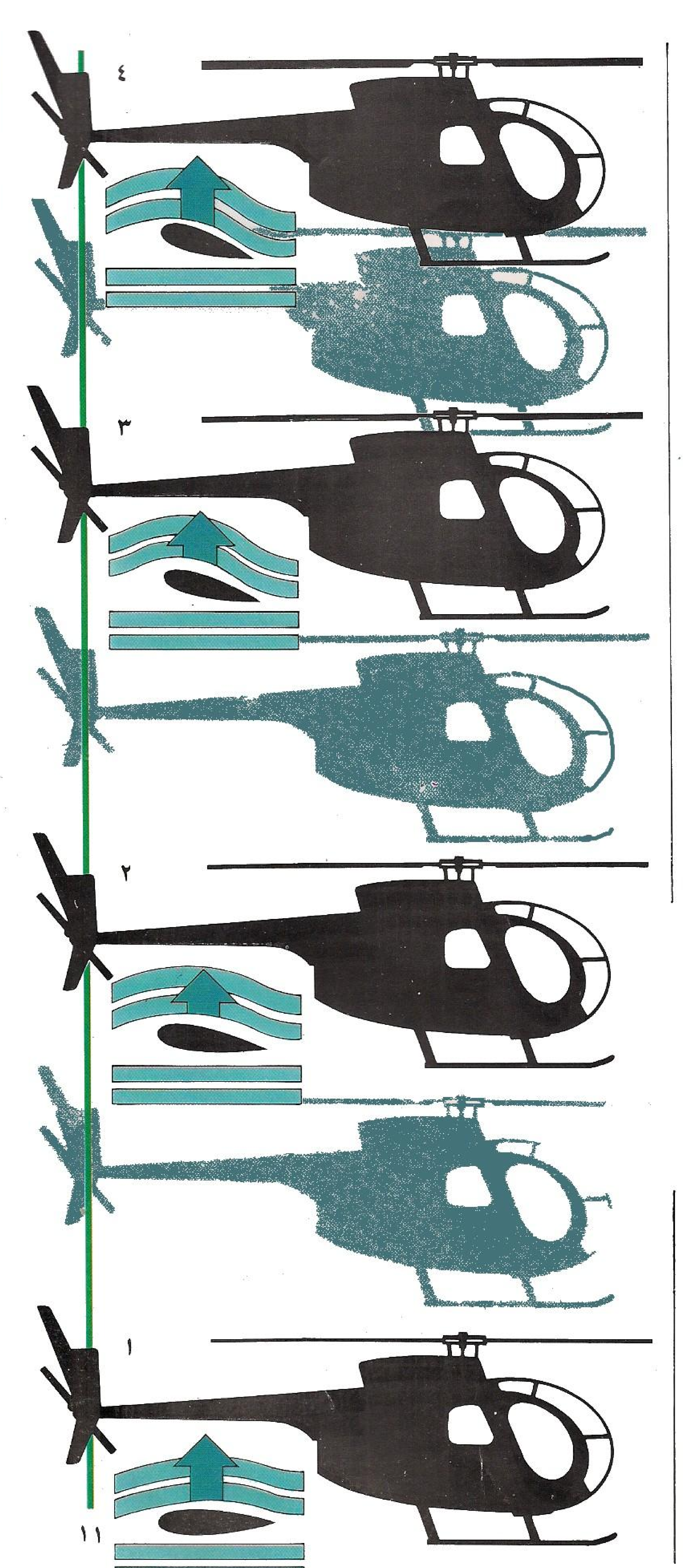
الإقــلاع

عندما يُديرُ الطيّارُ المحرِّكَ تبدأُ أرياشُ المِرْوَحةِ بالدَّورانِ البطيءِ (فالأسطوانةُ التي ترسُمُها أطرافُ الأرياشِ الدائرةُ في الهواءِ تُسمّى قرصَ المِرْوَحة).

حينَ يبلُغُ المحرِّكُ سرعةَ الطيرانِ وتدورُ أرياشُ المِرْوَحَةِ بسرعةٍ كافيةٍ يَرفَعُ الطيّارُ ذِراعَ السَّيطرةِ على التَّرجُّح جاعلاً كلَّ الأرياشِ تتحرّكُ بالتدريج دوريّاً وبالتساوي.

وفي هذهِ الأثناءِ تأخُذُ الأرياشُ دورَ جناحَي الطائرةِ العاديّةِ وتبدأُ بالإرتفاع. مع الوقتِ تزدادُ قوّةُ الدّفعِ للأرياشِ وتتغلّبُ على وزنِ الطوّافةِ الكبيرِ فتمكِّنُها من أن تصعَدَ عموديًّا إلى الجوّ.

تُقلِعُ الطوّافاتُ، عادةً، باتجاهِ الرِّيحِ لتحصُلَ على ارتفاعٍ إضافيٍّ. لكنّ إذا كانَ تغييرُ اتّجاهِها نحوَ مجرى الرِّيحِ ضروريًّا، يَضغَطُ الطيّارُ على دوّاستَيْنِ لضَبطِ مُعدَّلِ قوّةِ الدّفعِ الناشىءِ عن مِرْوَحَةِ الذَّيلِ الصّغيرة. لكنْ، بتعديلِ قوّةِ الدَّفعِ هذهِ تَتعرّضُ الطوّافةُ للدّورانِ السَّريعِ إمّا من جهةٍ أو من أخرى.



تَبدأُ الأرياشُ بالدَّورانِ بموازةٍ للأرض (١) فتولّدُ رفعاً خفيفاً جدًّا. لكنْ عندما يقومُ الطيّارُ بتشغيلِ جهازِ الرَّفعِ يصعدُ الطّرفُ الأماميُّ لكلِّ ريشةٍ فينسابُ الهواءُ بسُرعةٍ فوقَ رأسِ الرّيشةِ أكثرَ من انسيابهِ تحتَها. وهذا يُخفِّفُ من ضغطِ الهواءِ فوقَ الرّيشةِ، فيولّدُ امتصاصاً للهواءِ (٢) ويُسبِّبُ برفعِ الطوّافةِ عن الأرض. وبتسريعِ الأرياشِ أكثرَ وأكثرَ تتمُّ عمليّةُ الرّفعِ (٣)، ثمّ الصّعودِ إلى الهواءِ. ولزيادةِ سُرعةِ المحرِّكِ أيضاً يستعملُ الطيّارُ مسكةَ ذِراعِ التّشغيلِ الجماعيّ كي يزيدَ بقوّةِ الرَّفعِ (٤)



طوّافة «ملك البحر» **(Sea King)** تحومُ فوقَ البحرِ لتَلقي بجهازِ إحساسٍ يَكشفُ مواقعَ الغوّاصات.

جهازُ نقلِ الحركةِ الرئيسيّ
علبةُ التروس لتبديل السُّرعة

العمود التوربينيّ

المحرِّك التوربينيّ

علبة التروس الأوسطيّة

أرياش مِروحة الذّيل

زاوية قائمةٌ لعلبةِ تروس السّرعة في المرحلة النهائيّة

عمود إدارة مِرْوحة الذّيْل

يتمُّ نقلُ الطاقةِ من المحرِّكِ بواسطةِ عمودٍ يدورُ ٢٠,٠٠٠ دورة بالدّقيقة. إنّما علبةُ التروس تُخفِّفُ من سرعةِ الدورانِ إلى أن تصلَ إلى ٢٥٠ دورةً بالدقيقة. لكنّها تظلُّ تدورُ بقوّةٍ أكبر. ومن جهةٍ أخرى، يَبرمُ عمودٌ ثانٍ مِرْوَحة الذّيل.

التَّحـــويم

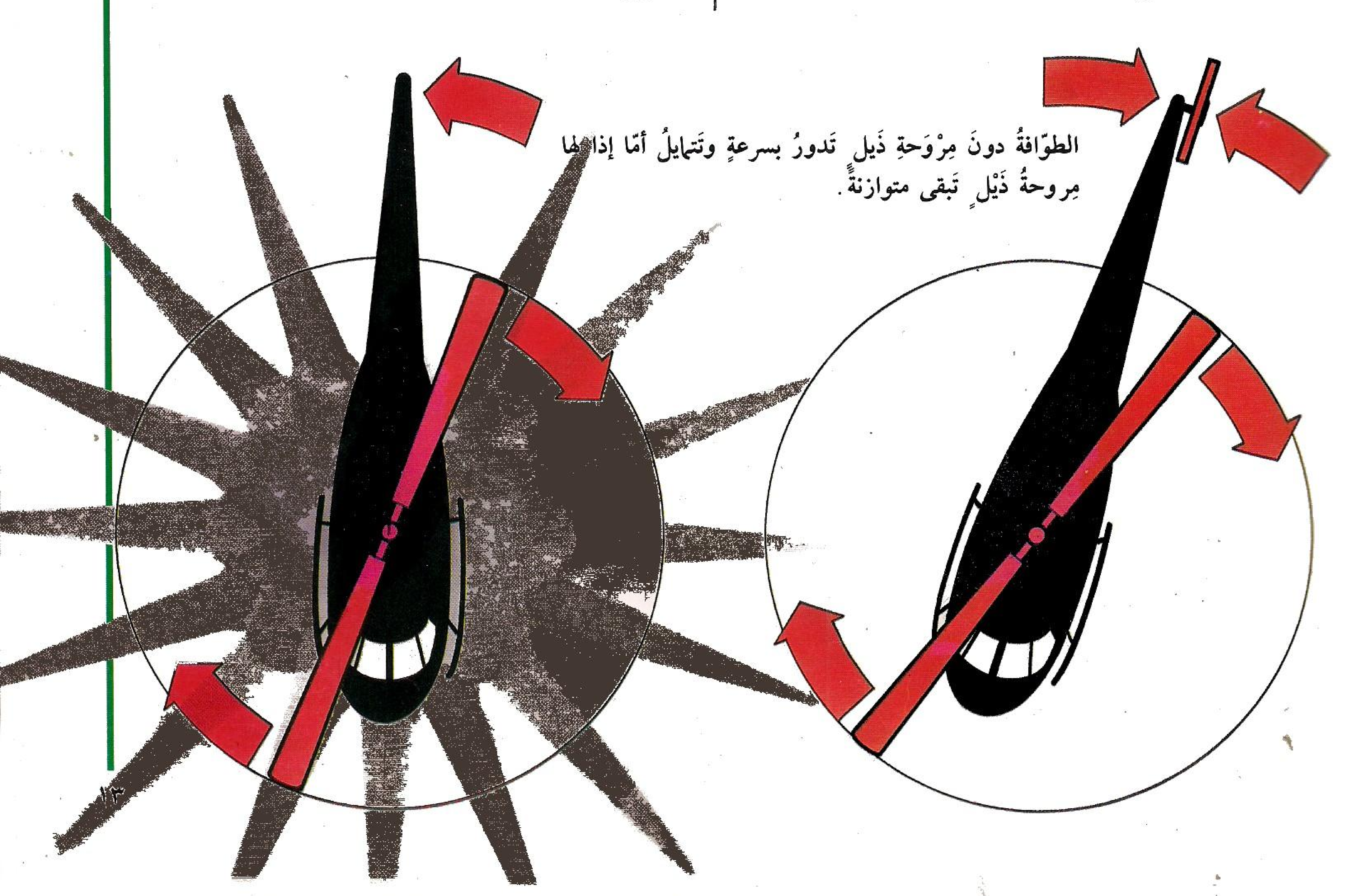
تكمُنُ إحدى الميزاتِ الرئيسيّة للطوّافاتِ المتفوّقةِ على الطائراتِ ذاتِ الأجنحةِ الثابتةِ في قُدرتِها على التوقُّفِ في الهواءِ، وتُسمّى هذه العمليّةُ: التَّحْويم.

تولِّدُ أجنحةُ الطّائرةِ رفعاً كافياً لكي تُعطيَ دعماً ضروريًّا لوَزْنِ الطائرةِ أثناءَ طَيرانِها بسُرعةٍ فائقةٍ. وبالمقابلِ، تنتِجُ رياشُ المِرْوَحَةِ على الطوّافةِ قوّةَ الرّفعِ حتّى ولو كانتْ متوقّفةً في الهواءِ ويَعودُ هذا إلى الأرياشِ الدائرةِ بسرعةٍ بالغةٍ.

إذا أرادَ الطيّارُ أن يحومَ يُثبِّتُ عصا القيادةِ في موضِعٍ مركزيٍّ للحفاظِ على مستوى قرصِ المِرْوَحة. وإذا حاولتِ الرّياحُ المُتعامِدَةُ أن تَدفعَ بالطوّافةِ إلى الإنحرافِ عن خطِّ سَيْرِها، أي تَنعطِفُ جانبيًّا، يصحّحُ الطيّارُ هذا الخللَ بتمييلِ قرصِ المِرْوَحَةِ لتوليدِ قوّةٍ في الجهةِ المُعاكسة. إنّ عمليّةَ التَّحويم لها منافعُ كثيرةٌ خاصةً في أداءِ مهمّاتٍ إنسانيّةٍ، مثلاً: تحومُ الطوّافةُ فوقَ سفينةٍ مُعطّلةٍ وتُنقذُ الطاقمَ بأكملهِ برَفْعِ أعضائِه من على سطحِ السَّفينةِ إلى داخِلها. ومن بينِ مَهمّاتِها الأخرى: تَقومُ بإنقاذِ أشخاصٍ مُصابينَ في مناطقَ جبليّةٍ وَعِرَةٍ فتحومُ فوقَ المُصابِ وترفعُهُ إلى مَتْنها.

مِرْوَحةٌ صغيرةٌ في الذَّيلِ تنتج قوّةً جانبيّةً لمنعِ الطوّافةِ من الدورانِ السّريع.

القوّةُ التي تديرُ الأرياشَ في وجهةٍ واحدةٍ قادرةٌ أيضاً على دفعِ الطوّافةِ بأكملِها إلى الجهةِ المعاكسة.



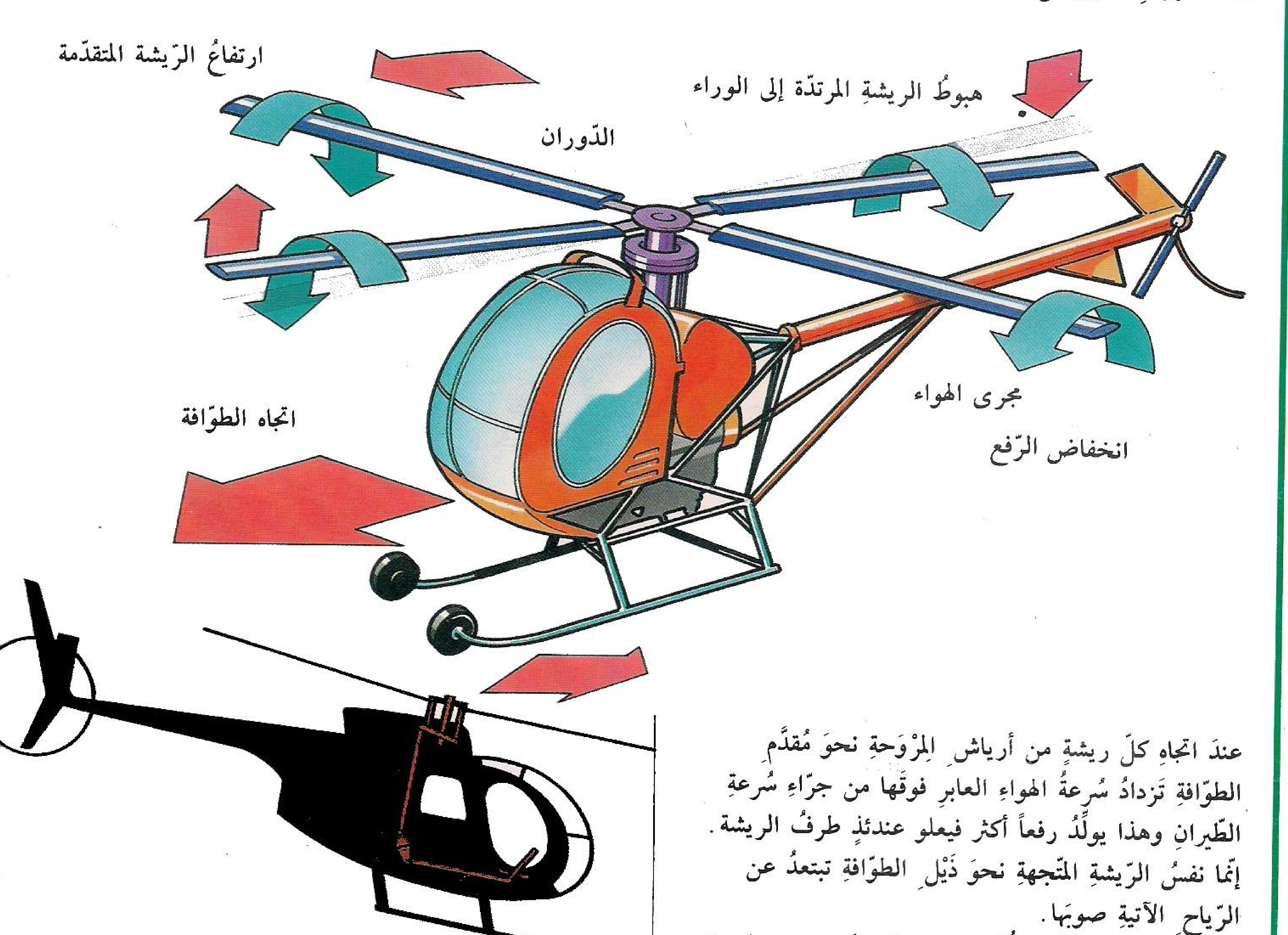
الطوّافةُ دونَ مِرْوَحةِ ذَيلٍ تَدورُ بسرعةٍ وتَتمايلُ أمّا إذا لها مِروحةُ ذَيْلٍ تَبقى متوازنةً.

الطيرانُ إلى الأمام

عندَ بُلوغِ الطوّافةِ السّرعةَ اللاّزمةَ تَزدادُ قوّةُ الرَّفعِ على جانبٍ أكثرَ من الآخر. وإذا كانتْ أرياشُ المِرْوَحةِ صُلْبةً فإنّها تَميلُ نحوَ الجانبِ المدعومِ قليلاً من قوّةِ الرَّفْعِ، فينحرفُ عندئذٍ قرصُ المِرْوَحةِ إلى جانبٍ ممّا يُمكِّنُ الطوّافةَ مِن تَغْييرِ اتجاهِها حائدةً عن خَطِّ طيرانِها السَّويّ.

لِتفادي هذهِ المُشكلةِ يُقامُ بتركيبِ مَفاصِلَ قلاّبية مُتّصلةٍ بالأرياشِ حيثُ تَسمحُ لها أن تَنحنيَ أو تَرتفِعَ مُستوعِبةً هكذا كلَّ التغيُّراتِ في قوّةِ الرَّفعِ أثناءَ دَورانِ الأرياشِ.

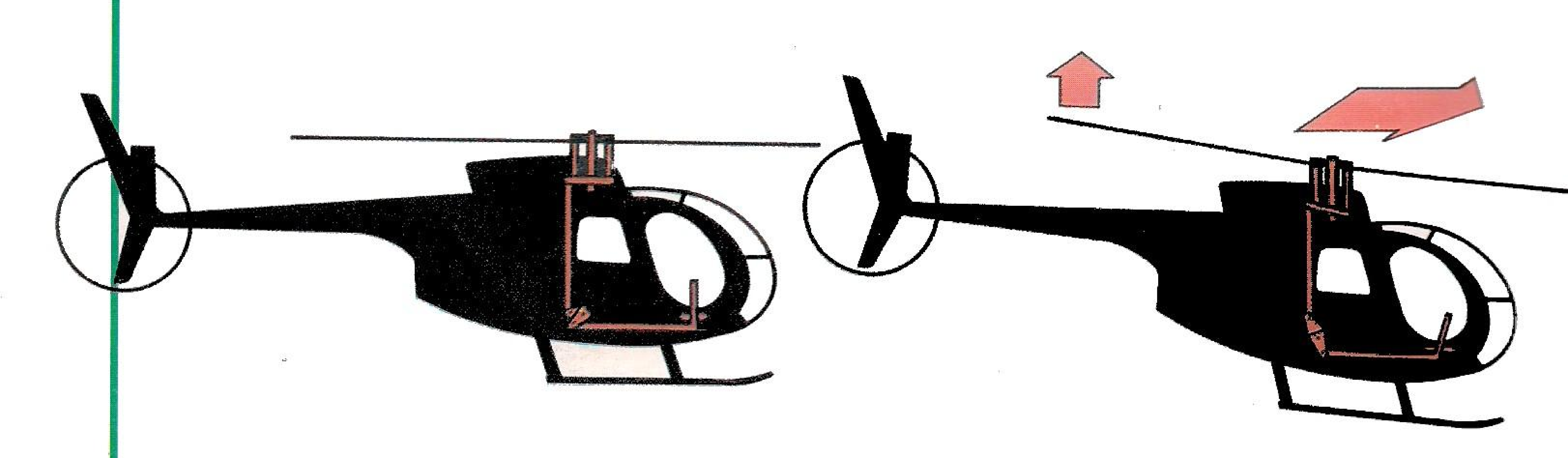
سرعةُ الطوّافةِ محدودةٌ. إنّها لا تطيرُ أكثرَ من ٤٠٠ كلم بالسّاعة. وبمُجرَّدِ بُلوغِ هذه السّرعةِ يَقتربُ كلُّ طرفٍ من أطرافِ الأرياشِ المُجابهةِ للهواءِ من سُرعةِ الصَّوت. وفي هذهِ الحالةِ، يبدأُ الهواءُ المحيطُ بالرّيشةِ بالتبدُّدِ فَتفقِدُ الطوّافةُ قوّةَ الرَّفع. هنا، على الطيّارِ أن يزيدَ من قوّةِ الرَّفعِ كما أن يزيدَ أيضاً من مَيلانِ كلِّ الأرياش. لكن عندما تتحرّكُ الأرياشُ نحوَ ذَيلِ الطوّافةِ يصبحُ الميلانُ كبيراً جدًّا لتوليدِ قوّةِ رفعٍ في تيّارٍ هوائيٍّ بطيءٍ. ومرّةً أخرى تفقِدُ الطوّافةُ قوّةَ الرَّفع.



عندَ اتجاهِ كلِّ ريشةٍ من أرياشِ المِرْوَحةِ نحوَ مُقدَّمِ الطوّافةِ تَزدادُ سُرعةُ الهواءِ العابرِ فوقَها من جرّاءِ سُرعةِ الطّيرانِ وهذا يولِّدُ رفعاً أكثر فيعلو عندئذٍ طرفُ الريشة. إنّما نفسُ الرّيشةِ المتّجهةِ نحوَ ذَيْلِ الطوّافةِ تبتعدُ عن الرّياحِ الآتيةِ صوبَها.
من جهةٍ ثانيةٍ، يَخفُّ تدفُّقُ الهواءِ المارِّ فوقَها بسببِ سُرعةِ الطوّافةِ فَينتجُ من جرّاءِ هذا رفعٌ أقلّ. فيهبطُ طرفُ الرّيشةِ مُسبِّباً بذلك ارتفاعاً وهبوطاً للأرياش أثناءَ دورانِها.

الإتجاه من اليسار إلى اليمين: عندما يَضعُ الطيّارُ عصا القيادةِ في موضعٍ مركزيٍّ يَستقيمُ قرص المِرْوَحةِ أفقيًّا، ويتمُّ الارتفاعُ عموديًّا.

طوّافة «بل ٢٢٢» (Bell 222)



٢

وإذا دفعَ بعصا القيادةِ إلى الأمامِ يَنخفضُ مُستوى قرصِ المِروحة .

١

فتيّارُ الهواءِ الهابطُ الذي تولِّدُه الأرياشُ يَندفعُ وراء الطوّافةِ وتبدأُ بالطيرانِ إلى الأمام.

المُنــاوَرات

الطوّافةُ هي طائرةٌ خفيفةٌ. لَدَيْها القُدرةُ على إمالةِ قرصِ المِرْوَحَةِ كي تمكّنَ المحرّكاتِ بتوجيهِ الطوّافةِ إلى أيِّ جهةٍ من الجهاتِ.

ولهذا، فإنّها تَعلو وتهبُطُ وتنحرفُ عن خطِّ طيرانِها. تطيرُ إلى الأمامِ وتَتراجعُ إلى الوراءِ تحتَ السَّيْطرةِ الكاملةِ. ولكونِها تَملِكُ كلَّ هذهِ المزايا الحسنةِ تُستخدَمُ بالمناورةِ والتّحويمِ فوقَ مناطقَ وَعِرَةٍ. إنّ بقُدْرتِها أن تحُطَّ في فُسحةٍ صغيرةٍ في مناطقَ حرجيّةٍ أو تهبُطَ على قمّةِ جبلٍ أو على سفينةٍ. هناكَ أنواعٌ عديدةٌ من الطوّافاتِ منها: الحربيّةُ، والاستكشافيّةُ، والمراقِبَةُ. مثلاً: طوّافةُ «هيوز» (Hughes 500-MD) وهي نموذجٌ رائعٌ للقيامِ بالمناوراتِ البارعةِ. تطيرُ بسرعةٍ على عُلوٍّ مُنخفِضٍ جدًّا حيثُ تُلامِسُ تعاريجَ الأرضِ حتى لا يمكنُ لأيِّ جهازٍ اكتشافَها ومُهاجمتَها.

ومن هذهِ الناحيةِ، أَصبحتِ الطوّافةُ سِلاحاً فعّالاً في الحروبِ الحديثةِ. فإنّها تُراقِبُ تحرُّكاتِ العدوّ، كما تُوجِّهُ الطائراتِ للإغارةِ على الأهدافِ المُحدَّدةِ.

أمّا بالنّسبةِ للمُستقبلِ فسيتمُّ استعمالُها في مُطاردَةِ طوّافاتِ العدوّ.

عندما يميلُ القرصُ المتراوحُ تولِّدُ أذرعةُ التّوصيلِ من هذا الميلانِ حركةَ دَورانٍ في الأرياشِ. وما أن تبدأ كلُّ ريشةٍ بالدّورانِ حتّى تقومَ مفصلةٌ قلاّبةٌ بالسّماحِ للريشةِ أن تَعلوَ وتهبطَ، ومن جهةٍ ثانيةٍ تقومُ مفصلةٌ لمقاومةِ الهواءِ بالسّماحِ أيضاً لتحرُّكاتٍ طفيفةٍ نحوَ الأمامِ والوراءِ.

إذا أرادَ الطيّار أن يُسيِّرَها إلى الوراءِ يَقومُ بنقلِ عصا القيادةِ إلى الخلفِ جاعِلاً من قرصِ المِرْوَحةِ أن يَميلَ إلى الوراءِ. عندها يَهبطُ ذيلُها ويَرتفعُ مُقدَّمُها إنّما التيّارُ الهوائيُّ الهابطُ الذي تولِّدُه الأرياشُ يَتّجهُ إلى الأمامِ ويتمُّ حينَها الرّفعُ باتجاهِ الوراءِ. (اتجاه الصور: من اليسار إلى اليمين)

تحوي بعضُ الطوّافاتِ أرياشاً دونَ مفاصِل. وتُعوِّضُ عن هذا النّقصِ بتركيبِ مقطعٍ مرنٍ متّصلٍ بمحورِ المِرْوَحة. يدورُ هذا المقطعُ مثلَ ريشةٍ لها مفصلٌ لكنْ بطريقةٍ منضبطةٍ أكثر. وهذا يُخوِّلُ الطوّافاتِ مثلَ «لينكس» و«أباشي» أن تطيرَ بطرقٍ لا تُضاهيها أيُّ طوّافةٍ أخرى. وهذا الطِرازُ يقومُ بالتّدحرُجِ والتقلُّبِ والطّيرانِ رأساً على عقب.

فإذا حاولَتْ طوّافةٌ مزوّدةٌ بأرياشٍ عاديّةٍ القيامَ بهذِه المناوراتِ، فقوّةُ الهواءِ الضاغطةِ على وحدةِ المِرْوَحةِ تكسُر الأرياشَ أو تُسبِّبُ بشقِّ أذرعةِ التّوصيل.

القسم الليّن والمرن لمنع الارتجاج والميلان

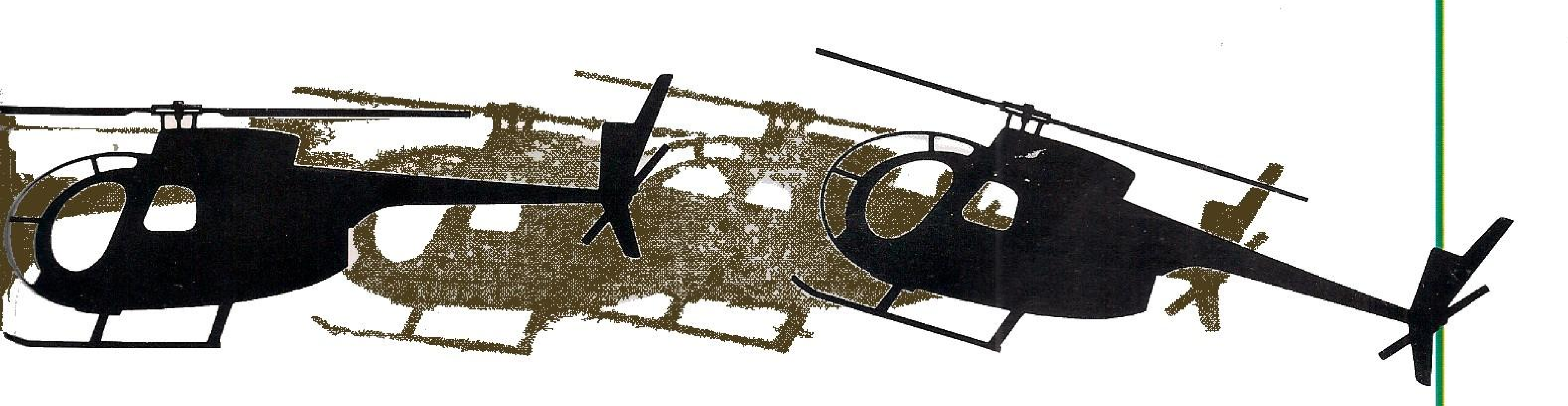
علبة الترجّح

عمود المروحة

وصلة الترجّح

الريشة الفوقية.

طوّافة طراز «لينكس» (Lynx) تهبطُ عموديًا



كي تَقومَ الطوّافةُ بالمناورةِ يَتمُّ تَمييلُ قرصِ المِرْوَحةِ لتوزيعِ التيّاراتِ الهوائيّةِ الهابطةِ التي يولِّدُها دورانُ المراوحِ في كلِّ الجهات.

وكي تَطيرَ جانبيًّا يُركِّزُ الطيّارُ عصا القيادةِ الدوريّة على جانبِ الجهةِ المبتغاة. فيَميلُ قرص التراوحِ قليلاً ليُحقِّقَ من جرّاءِ هذا طيراناً مرضيًّا.

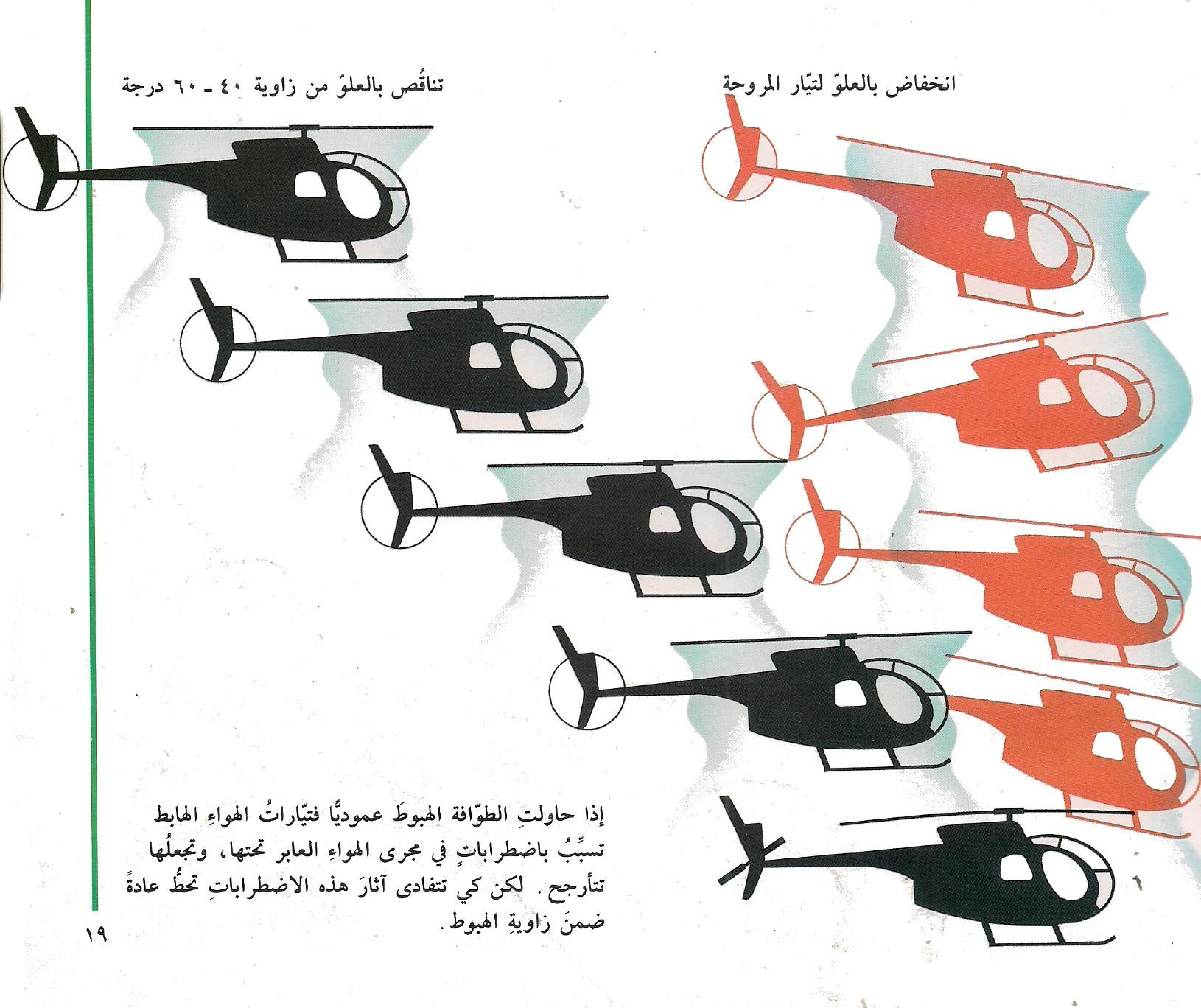
تنقلُ الطوّافة المسافرين إلى المراكز الرئيسيّة في المدينة حيث لا تجاريها بهذا المضمار الطائراتُ التقليديّة.

تُستعمل الطوّافات أيضاً لنقل عمال البترول ما بين منصّات الحفر البحريّ والقواعد الأرضية.

الهُبــــوط


مع أنَّ الطوّافاتِ قادرَةٌ على التَّحويمِ والتسلُّقِ والانحدارِ في الهواءِ محافِظةً دوماً على توازُنِها، إنّما منَ النادرِ أن تقومَ بالهُبوطِ عموديّاً، فالطيّارُ الذي يُريدُ الهُبوطَ عموديّاً لا يَملِكُ مجالَ الرؤيةِ المباشرةِ بما يَحدُثُ تحتَ الطوّافةِ، إلاّ إذا بقيَتْ دائرةً أثناءَ هُبوطِها. وفي هذهِ الحالةِ لا يَضمَنُ الطيّارُ حُصولَ حادثٍ ما للذَّيلِ بمجرّدِ ارتطامِهِ بجسمٍ ما على الأرضِ. فعندَ اقترابِ الطوّافةِ منَ الأرضِ تُحدِثُ التيّاراتُ الهوائيّةُ التي تولِّدُها أرياشُ المِرْوَحةِ اضطراباً كبيراً ممّا يَجعَلُ الطوّافةَ تَهتزُّ هزًّا عنيفاً.

للخروجِ من هذا المأزقِ، تُصمَّمُ الطوافاتُ بطريقةٍ تسمحُ لها بالهُبوطِ ضمنَ زاوية تُدعى «هبوط انحداريّ». لكن إذا أرادتِ الهُبوطَ في المطارِ فإنّها تَستعمِلُ نِظامَ الخَطِّ بأجهزةِ القياس (ILS) فتُرسِلُ إشاراتُ لاسلكيّةُ من الأَرضِ إلى الطوّافةِ، وتُستعمَلُ لتحديدِ موقعِها بالنسبةِ إلى الهبوطِ الإنحداريِّ المُسجَّلِ على نِظامِ الخَطِّ بأجهزةِ القياسِ الموجودِ أمامَ الطيّار. وإذا أرادَ الطيّارُ أن يُخفِّفَ منَ العُلوِّ يُنزِلُ ذِراعَ التحكُّمِ بالانحدارِ كي يَخفِضَ من زاويةِ أرياشِ المِرْوَحة.



إذا حاولتِ الطوّافة الهبوطَ عموديًّا فتيّاراتُ الهواءِ الهابط تسبِّبُ باضطراباتٍ في مجرى الهواءِ العابر تحتها، وتجعلُها تتأرجح. لكن كي تتفادى آثارَ هذه الاضطراباتِ تحطُّ عادةً ضمنَ زاويةِ الهبوط.

تَقعُ عصا القيادة الدوريّة مقابلَ الطيّار. فهي تتحكّمُ بوجهةِ طيرانِ الطوّافة. برفع وتنزيل ذراع التحكم الجماعي بالترجّح الموجود على الجانب الأيسر للطيّار يحصلُ تعديلٌ بمقدار الرفع الذي تولّده المروحةُ الرئيسيّة. وببرم أيضاً قبضة الفتل على الذراع يُسيطرُ الطيّارُ على سرعةِ المحرّك. ويستطيعُ أيضاً استعمالَ دوّاسَتي القدم لتغييرِ الدّفعِ الصادرِ عن مروحةِ الذّيلِ مُسيِّراً الطوّافة نحو جهاتٍ مختلفة.



أجهــزةُ السَّيْطــرة

ليسَ منَ السَّهلِ قيادةُ الطوّافة. فالطيّارُ يَستعمِلُ يَدَيْهِ وقدمَيْهِ لتشغيلِ كلِّ الأجهزةِ الخاصّةِ بالطَّيران.

إنّه دوماً يقومُ بتعديلاتٍ طفيفةٍ على الأجهزةِ كي يُحافِظَ على توازُنِ الطوّافةِ وأدائها الصّحيح. وفوقَ كلِّ هذا، عليهِ أن يُشغِّلَ أجهزةَ المِلاحةِ والاتصالات. فإذا كانتْ حربيّةً، يجبُ عليهِ حينئذٍ استخدامُ الأسلحةِ الموجودةِ على مَتْنها. تَظهَرُ نتائجُ عملِ أيِّ جهازٍ من الأجهزةِ على لوحةٍ تحوي كلَّ الأدواتِ اللازمةِ للتّشغيلِ، وهذهِ مُركّزةٌ تماماً أمامَ الطيّار. فمهمّةُ الطيّار دوماً مراقبةُ لوحةِ الأجهزةِ، كما مراقبةُ ما يَدورُ حوالَيْهِ في الخارج. يتمُّ تركيبُ أجهزةِ التشغيلِ على جانبَي لوحةِ الأدواتِ إذا كانَ طاقمُ الطوّافةِ مؤلّفًا من شخصَيْن. فيُخوِّلُ هذا التنظيمُ الطيّارَ ومساعدَهُ أن يَتحقّقا من حسن سَيْرِ العمليّاتِ القائمةِ بانتظام. كذلكَ، قضبانُ التحكُّمِ والدّواساتُ مركّبةٌ على جانبَي حُجرةِ الطيّارِ لأجلِ هدفٍ واحدٍ وهو: تَولّي مساعدِ الطيّارِ القيادةَ في الحالاتِ الطارئة.

لوحة القيادة على طوافة فرنسية طراز دوفين (Dauphin II)



طوّافة تحطُّ على الماء في حال هبوطٍ اضطراريّ

تولّدُ الزاوية الجديدة قوّةَ رفع

تميلُ الأرياش قليلاً
إلى أسفل وتجعلُها تدور

٣

٤

حـــالاتُ الطـــوارئ

عندَ حُصولِ عطلٍ في المُحرِّكِ أو في مكانٍ آخر تَنقطِعُ الطّاقةُ عنِ المِرْوَحةِ الرئيسيَّة. لكنّ هذا الأمرَ لا يُسبِّبُ بتحطُّمِ الطوّافة. فالمِرْوَحةُ دونَ طاقةٍ تُخفِّفُ من سُرعةِ دَورانِها، ومعها تَفقِدُ قوّةَ الرَّفع، فتبدأُ الطوّافةُ بالانحدار. لكنْ بهذهِ الحالةِ، ينعكِسُ اتجاهُ الهواءِ الذي يمُرُّ عبرَ المِرْوَحةِ الرئيسيَّةِ من أسفلِ هَيْكلِ الطوّافةِ إلى أعلاها فيُولِّدُ قليلاً من قوّةِ الرَّفع.

إذن، على الطيّارِ أن يُبقيَ المِرْوَحةَ (دون طاقةٍ) في حالةِ الدَّورانِ لسببِ أنّ هذهِ المِرْوَحةَ لها مَفعولٌ مُشابِهٌ لجناحِ الطائرةِ، ولذلك يَحتاجُ الطيّارُ إليها لاحقاً إنْ لم يتمَّ استرجاعُ الطّاقة. إنّما يَتفادى هذهِ المُشكلةَ بتغييرِ زاويةِ الأرياش.

إذا فَقَدَ المحرِّكُ الطّاقةَ أثناءَ الطَّيرانِ البطيءِ أو التَّحويم يُخفِضُ الطيّارُ مُقدّمَ الطوّافةِ إلى أسفل كي يَزيدَ مِن سُرعتِها ويُبقيَ المِرْوَحةَ دائرةً بأقصى سُرعةٍ. وعندَ هُبوطِها الاضطراريّ يَحصُلُ تغييرٌ جديدٌ في زاويةِ الريشةِ فتنتجُ قوّةُ رَفْعٍ كافيةٍ للتَّخفيفِ من صدمةِ الهُبوط.

كلُّ الطوّافاتِ عدا الصغيرةَ مِنها والعاملةَ في نِطاقِ العمليّاتِ البحريّةِ مجهّزةٌ بمحرِّكَيْنِ لأجلِ تأمينِ الحدِّ الأقصى منَ السَّلامة.



عندما تفقدُ الطوّافةُ الطاقةَ ويليها قوة الرفع (١)، يُنزِلُ الطيّارُ أولاً ذراعَ الترجّح كي يحافظَ على دوران المروحة. (٢) لكن عندما تكونُ بمحاذاة الأرض يرفعُ الذراع ليمكّن المروحة من توليدِ رفعٍ كافٍ لأجل تخفيف سرعة الهبوط (٣) ثمّ تأخذُ وجهةَ الاقتراب المحكم (٤) ويحطُّ بسلام.

أصنـاف المـراوِح

تَعلو أكثرَ الطوّافاتِ مِرْوَحةٌ كبيرةٌ ومِرْوَحةٌ أُخرى صغيرةٌ مركّبةٌ على طرفِ الذَّيل. تَستمِدُّ المِرْوَحةُ الكبيرةُ الطّاقةَ من مُحرِّكٍ أو مُحرِّكَيْن. أمّا مِرْوَحةُ الذَّيلِ فإنّها تَستعمِلُ الوقودَ وطاقةَ المحرِّكِ إنّما لا تُساعدُ في رَفْعِ الطّوّافة.

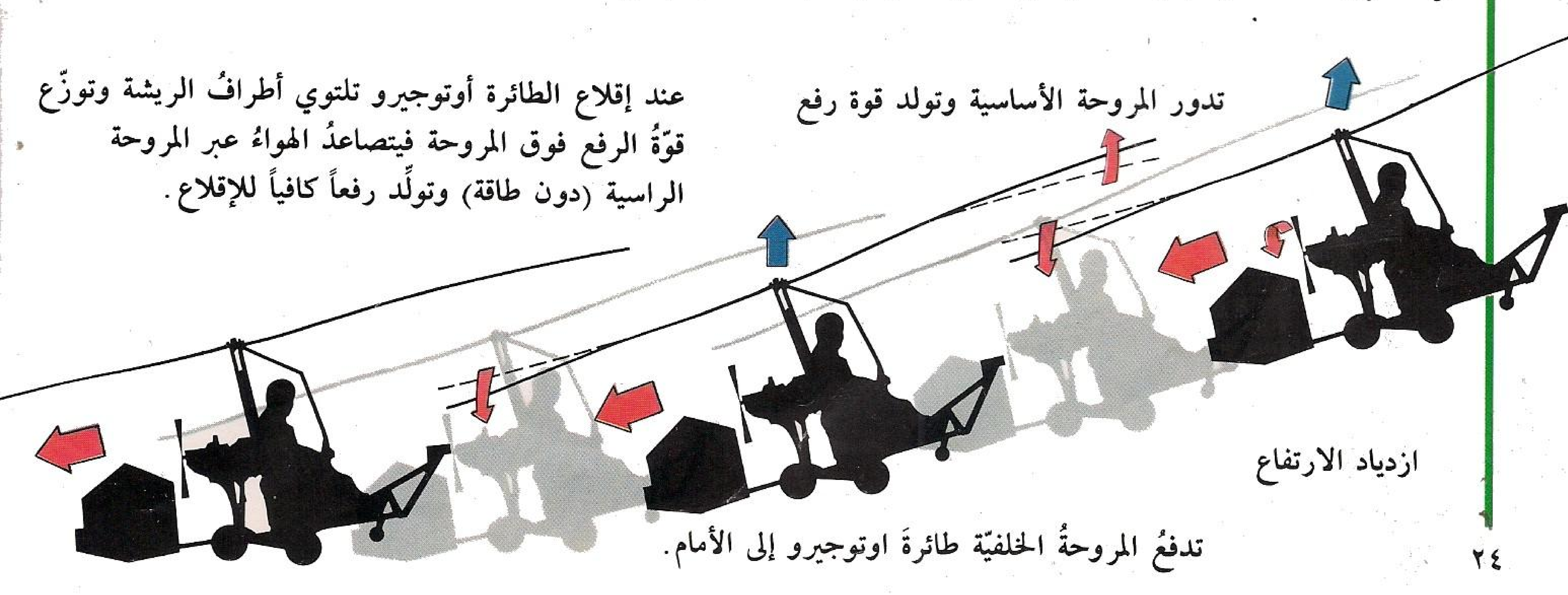
بعضُ الطوّافاتِ لا تملكُ مِرْوَحةَ ذَيلٍ لكنّها تحوي على مِرْوحتَيْن علويَّتَيْن تدورانِ في اتِّجاهَيْن مُعاكسَيْن. فقوّةُ الدَّورانِ التي تولِّدُها كلُّ مِرْوَحةٍ تُلغي الواحدةُ منها قوّةَ المِرْوَحةِ الأُخرى.

إنّ هذا لهُ نفسُ التأثيرِ كمِرْوَحةِ الذَّيْل. فالإلغاءُ يمنَعُ الطوّافةَ من الدورانِ في الجهةِ المعاكِسَةِ للمِرْوَحةِ الرئيسيَّة.

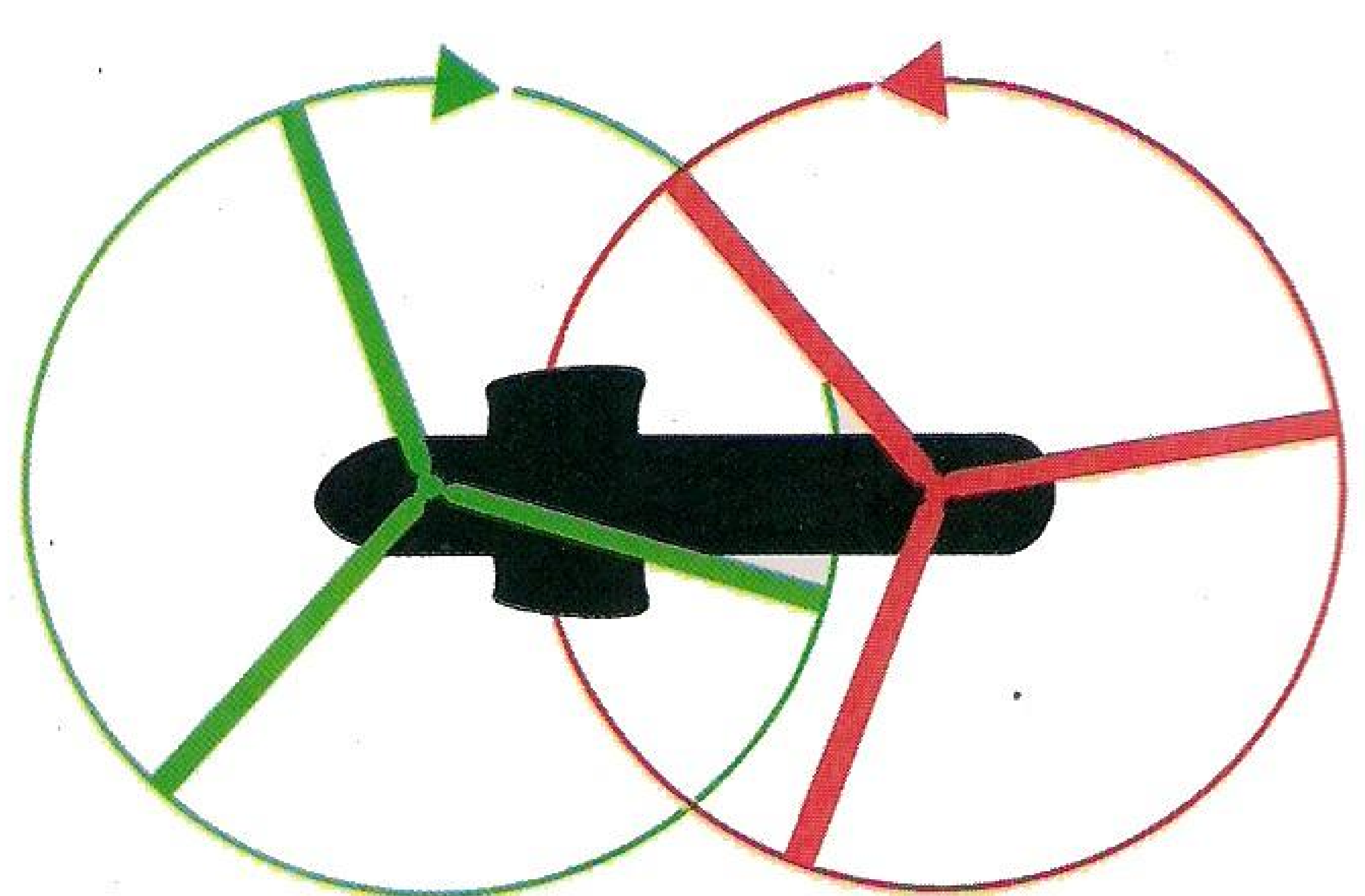
كذلكَ يُوجَدُ طِرازٌ آخرُ منَ الطّائراتِ يُسمّى «أوتوجيرو» (Autogyro) شبيهٌ بالطوّافةِ لكنّه يعمَلُ بطريقةٍ مُختلفةٍ. فالمروحةُ العلويّةُ على «أوتوجيرو» لا يُديرُها محرِّكٌ بل هي تَدورُ بواسطةِ قوّتِها الذاتيّة. عندَ الأقلاعِ، تدفَعُ مِرْوَحةٌ صغيرةٌ خلفيّةٌ الطائرةَ إلى الأمامِ فيمُرُّ الهواءُ عبرَ المِرْوَحةِ الرئيسيَّةِ ويجعَلُها تَدورُ. فالأرياشُ الدائرةُ الآنَ تولِّدُ قوّةَ رَفْعٍ مثلَها مثلَ الطوّافةِ وتمكِّنُها من الإقلاع. تَقدِرُ هذهِ الطائراتُ أن تَحُطَّ عموديّاً، لكنْ ليسَ بإمكانِها أنْ تحومَ في الهواء.



تولِّدُ المروحةُ الأساسية (دون طاقة) على طائرة أوتوجيرو رفعاً كافياً للإقلاع.



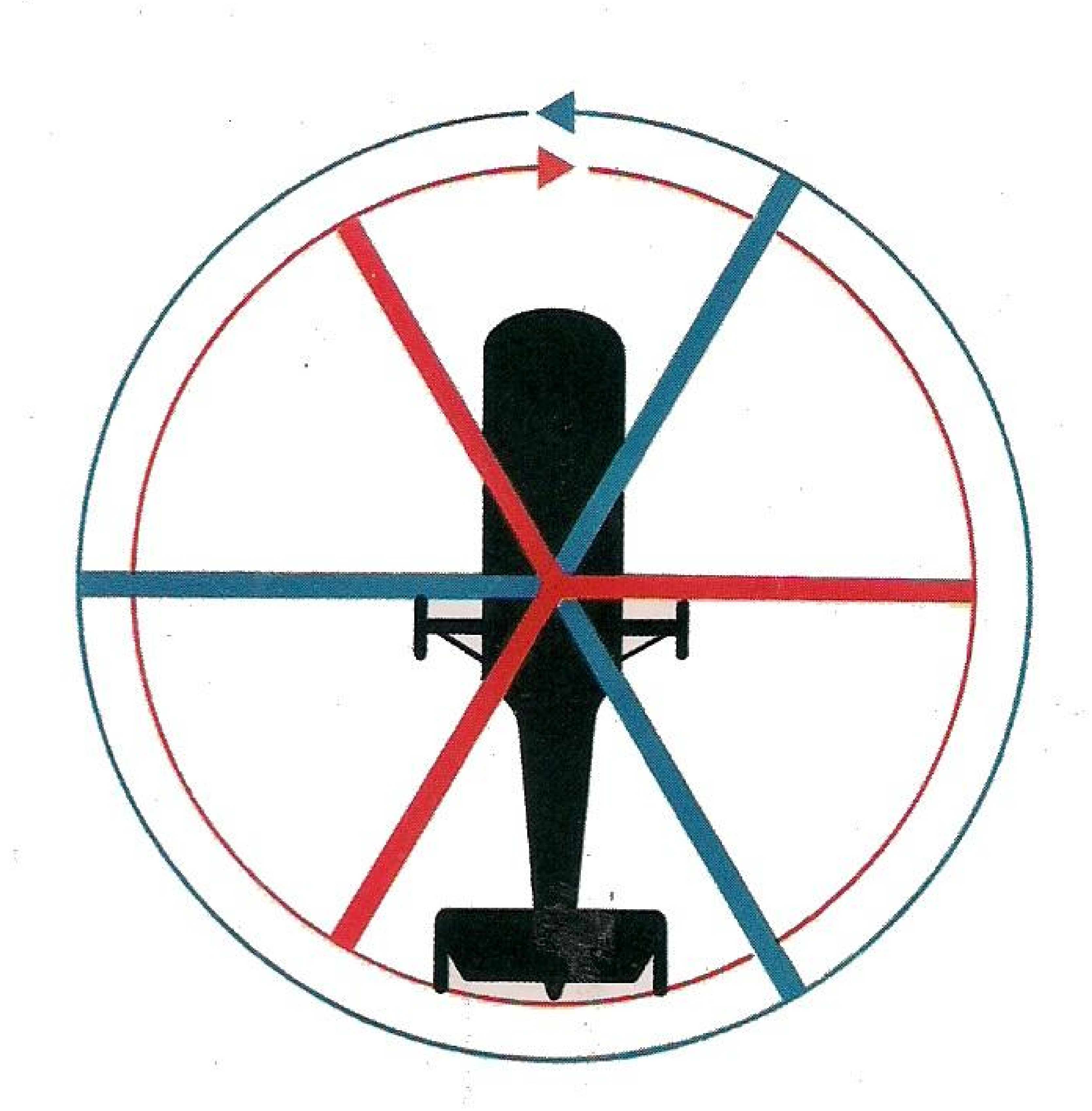
تدفعُ المروحةُ الخلفيّةُ طائرةَ اوتوجيرو إلى الأمام.



طوّافة شينوك (Chinook) صنع الشركة الأميركية بوينغ مجهّزةٌ بمروحتين أساسيّتين مركبتين على طرفي الطوّافة. إنّها تُستعمل كناقلةِ جُندٍ وحمل آلياتٍ عسكريّة أو قطع مدفعيّة. لديها أيضاً القدرة الكافية لنقل طوّافات معطّلة إلى القاعدة للتصليح.

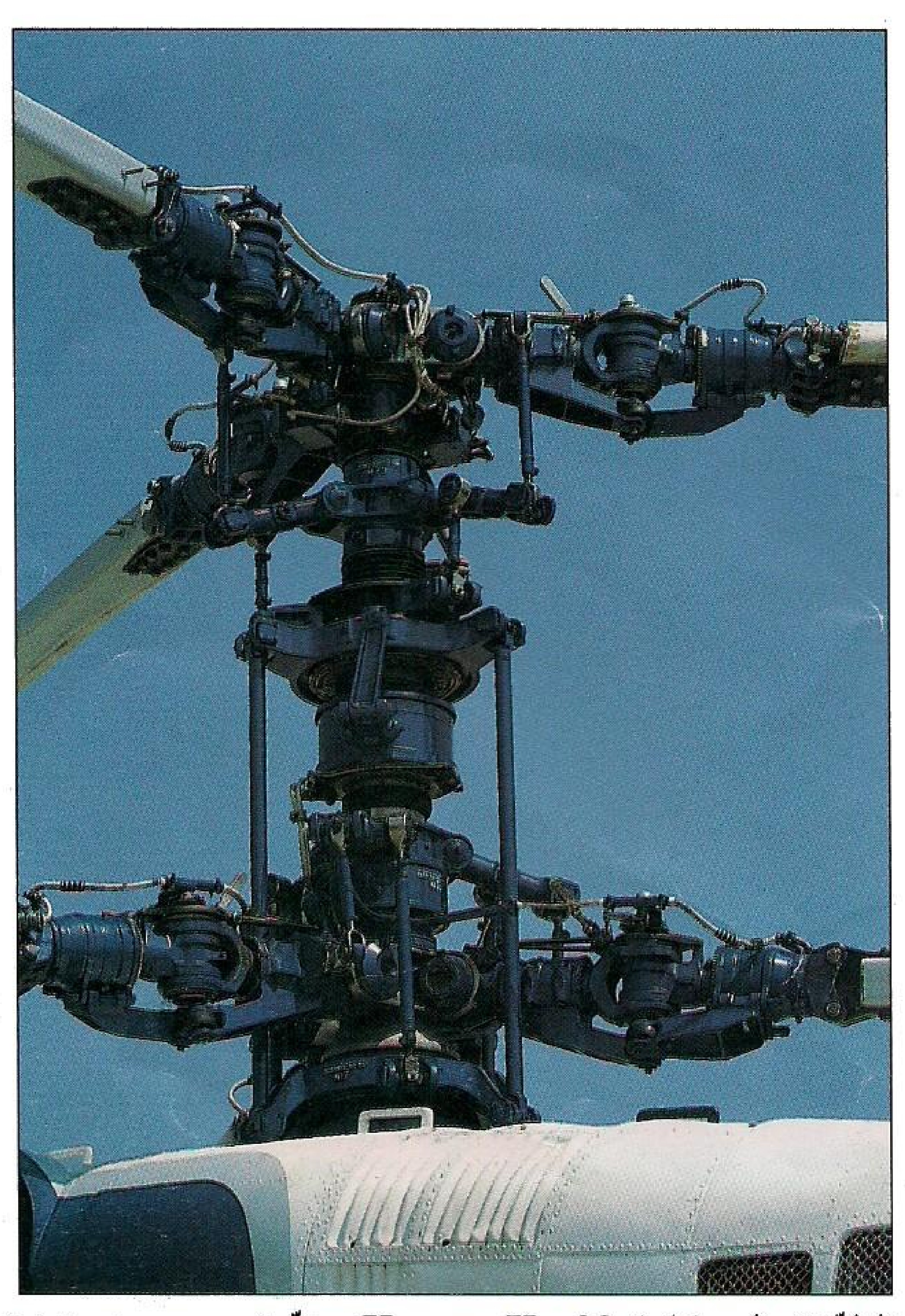


طوّافة أميركيّة صنع بوينغ Boeing مجهّزة بمروحتين كبيرتين



إبتكار الريشة المتقدمة (Advancing Blade Concept) صنع شركة سيكورسكي الأميركية. هي طوّافة حديثة تحتوي على مروحتين مركبتين على نفس الرأس الواحدة فوق الأخرى وكلاهما تدوران باتجاهٍ عكسيّ.

إذا حصل نقصٌ بقوّة الرّفع أثناء الطيران السريع على جانبٍ من إحدى المروحتين تقومُ المروحةُ الثانية بتوليد رفعٍ إضافيٍّ يعوِّض عن خسارة الرفع الحاصل.



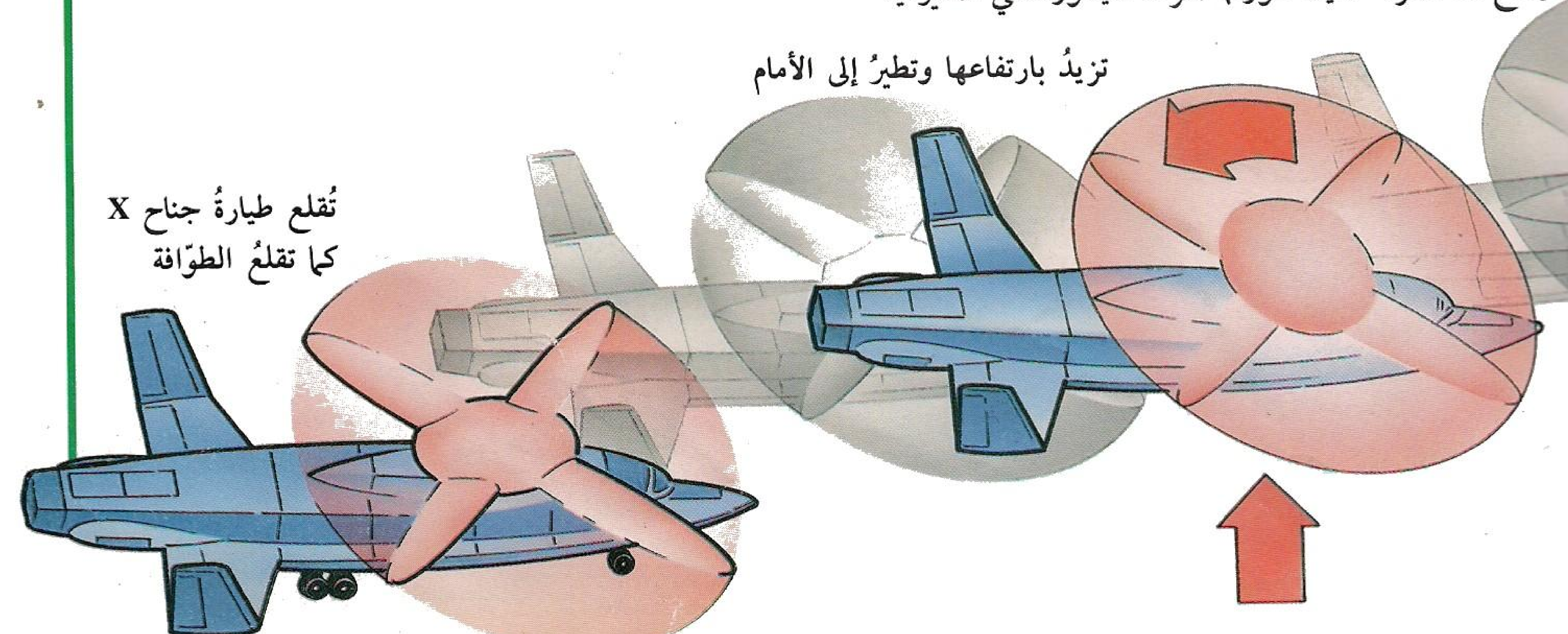
الطوّافة السوفياتية Kamov Ka-22 مزوّدة بمروحتين مترادفتين

الطوّافاتُ المتخصِّصة

يُطَوِّرُ مُصمِّمو الطائراتِ دوماً نماذجَ جديدةً حيثُ يُحاولونَ جَمْعَ أحسنِ الميزاتِ الموجودةِ في الطوّافاتِ والطائراتِ ذاتِ الجناحِ الثّابت. تصعَدُ الطوّافاتُ عموديًّا لكنّها لا تَقدِرُ أن تطيرَ أكثرَ من ٤٠٠ كلم بالسّاعة. أمّا الطائراتُ ذاتُ الجناحِ الثّابتِ فبوسْعِها أن تطيرَ أكثرَ من ٢٠٠٠ كلم بالسّاعة. إنّما ليستْ قادرةً على الصُّعودِ عموديًّا كالطوّافةِ. فقط طائرةٌ واحدةٌ تُقلِعُ عموديًّا وهي: (Harrier Jump-jet).

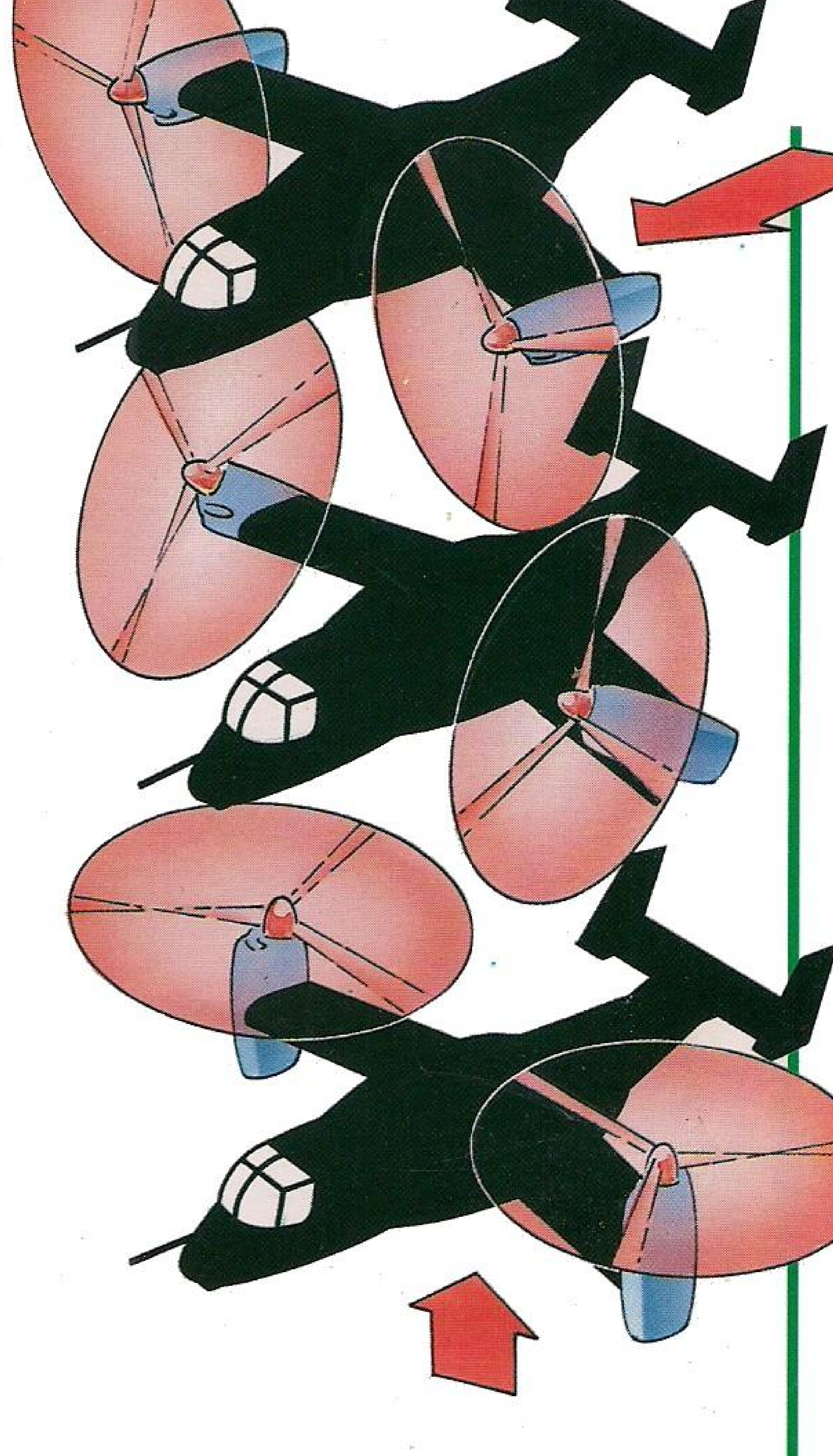
تجمعُ الطوّافةُ ذاتُ المروحةِ المنحنيةِ ما بين النموذجَين العاديَين وهي تملكُ محرِّكين يَدورانِ عموديًّا وأُفقيًّا. وسوف تدخلُ الخدمة في سلاح الطيران في التسعينيّات، وبقدرتها الإقلاع عمودياً، وتصل سرعتها إلى ٥٦٠ كلم بالساعة. ويظهر الجناح X وكأنّه شبيهُ بالطوّافة، لكنّ مروحيّتيه العريضتين والصلبتين تتصرّفان كالأجنحة الثابتة. إنّ تطوير هذا الجناح يتطلّب وقتاً طويلاً.


الجناح X طائرة حديثة طوّرتها شركة سيكورسكي الأميركية

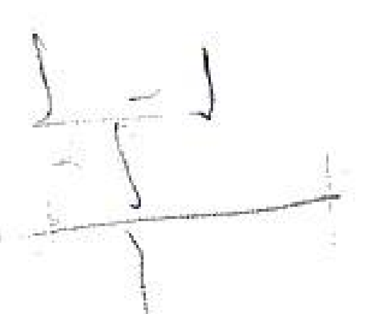




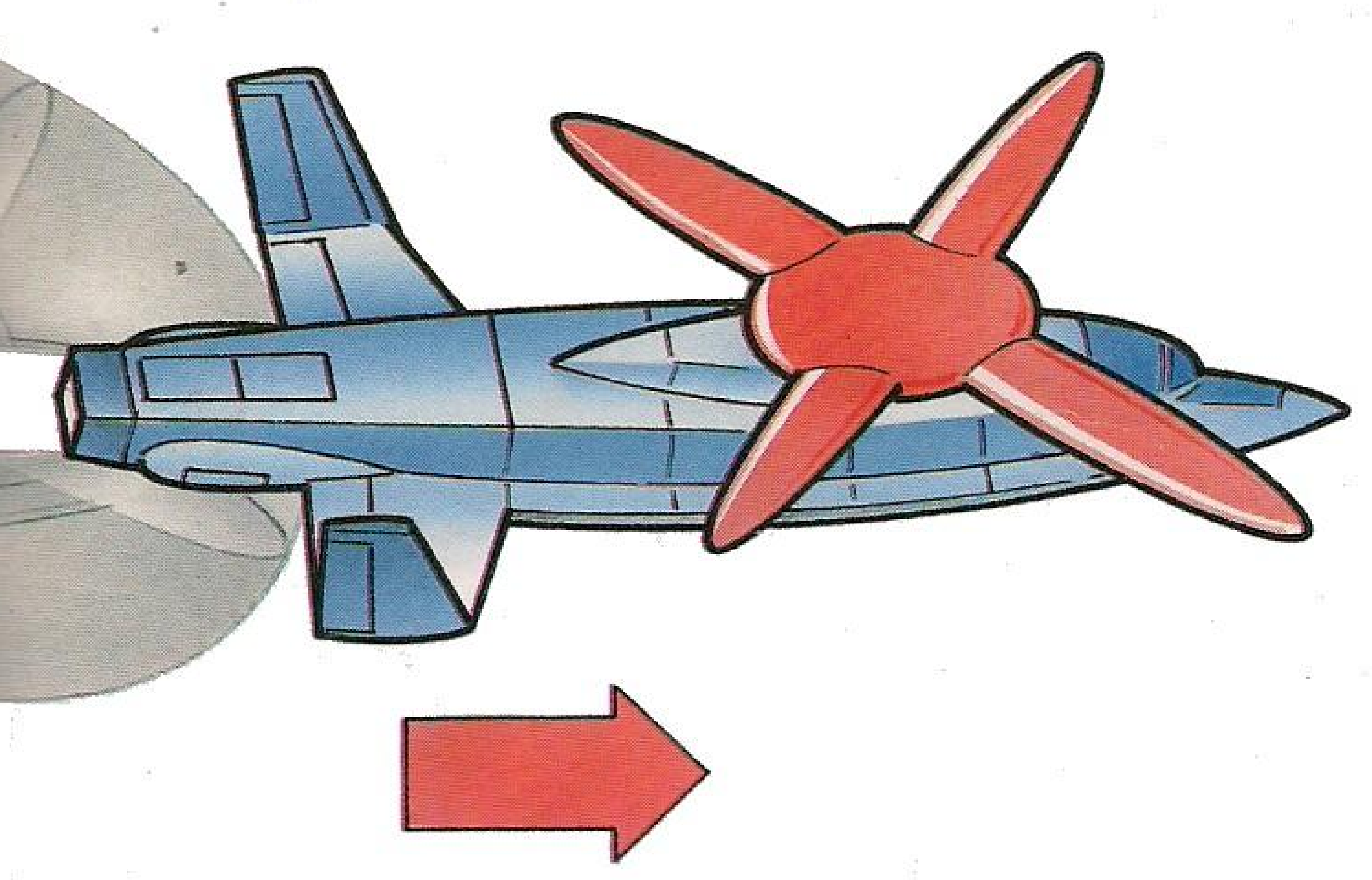
الطيارةُ «ف ٢٢ العقاب» (V-22 Osprey) مجهّزةٌ بمروحةٍ مائلةٍ.



تقلع الطائرة «عقاب» (Osprey) ذات المروحة المنحنية عموديًّا عند تشغيل المروحتين (١). وتُدارُ الأرياش لتعديل مقدار قوّة الرفع التي تنتجها. فأثناء الطيران تميلُ المحرّكاتُ ببطءٍ نحو الأمام (٢) إلى أن تتّجه قوة الدّفع إلى الوراء فتطيرُ حينئذٍ مثل الطائرة العادية حيث تقدّم الأجنحةُ قوّةَ الرفع الضروريّة (٣). وعند الهبوط يعود محرِّكاها ومروحتاها إلى الوضع العمودي.



الجناح X هو نموذجُ جديدٌ من الطائرات ولا يُعدّ كطوافةٍ أو كطائرة. تُقلعُ كما تُقلِعُ الطوّافةُ بدوران أجنحتها الأربعة، لكنّ أجنحتها لا تدورُ كما تدورُ مراوحُ الطوّافة. وبما أنّ من المستحيل تمييلَ قرص المروحة فيجبُ عندئذٍ أن تستعملَ الدفعَ النفاثيّ أو الفَراشَ لتطيرَ إلى الأمام. وعندما تصلُ سرعةُ الطيرانِ إلى حدٍّ كافٍ تتوقّفُ الأجنحةُ عن الدوران، وتعملُ كأنها أجنحةٌ ثابتة. وبالإضافةِ إلى كلّ هذا، تستطيعُ هذه الطائرةُ أن تزيدَ من سُرعتها حتّى تصلَ إلى معدّلِ ٨٥٠ كلم بالساعة.



عندما تبلغُ السرعةَ المطلوبةَ تتوقّفُ المروحةُ عن الدوران.

تـــاريـخ الطـوّافـــات

قامَ الفنّانُ والمهندِسُ ليوناردو دافنشي في القرنِ الخامس عشر برسْمِ آلةٍ طائرةٍ شبيهةٍ بـالطّوافـة. وبيَّنَ الرّسْمُ أداةً سُمِّيَتْ مِـروَحةُ الـطائرةِ مَهمّتُهـا توليد قـوّةِ رَفْعٍ. فهـذه الأداةُ تقومُ مقامَ أرياشِ المِرْوَحَةِ التي تَستعمِلُها الطّوّافاتُ حاليًـا. على أيِّ حالٍ، لم يكنْ لها القدرةُ أن تُقلِعَ بنجاحٍ.

صُنِعَتِ الـطّوّافاتُ في السّنواتِ الأولى للقـرنِ العشرين. وفي عام ١٩٠٧، أي بعد أربع سنواتٍ من قيامِ الأخوين رايت بأوّلِ تجربةِ طَيرانٍ على آلةٍ أثقلَ من الهواءِ، رَفَعَتْ أوّلُ طوّافةٍ صنع: (Bre-

طوافة أباشي صنع شركة هيوز (AH-64 Apache)



gnet-Richet Gyroplane No.1) رجلاً، لكنّها ظلّتْ تتأرجحُ بشـدّةٍ حتّى احتاجَ الأمـرُ إلى جُهودِ أربعة رجالٍ سيطروا عليها بـواسطةِ الحبال وفي الثلاثينيّات أخذتِ الطّوّافةُ الحديثةُ شكلَها النهائيّ.

كـانـتِ الـطّوافـةُ (Bregnet-Dorand 314) المصنـوعةُ عـام ١٩٣٦ الأولى بـاستعمـالِ أجهـزةِ التحكُّمِ الجماعيّةِ والدّوْريّة.

وفي عـام ١٩٣٩ قـامَ الأمـيركيّ من أصـل أوكراني ايجور سيكورسكي بعَرْضِ طـوّافةٍ مُجهّزةٍ بمِرْوحةٍ أساسيّةٍ واحدةٍ ومِرْوَحةٍ أصغر مُركّبَةٍ على الذّيْلِ. ولا يزالُ هذا التصميمُ معمولاً به.

لم يُصنعْ أو يُستعملْ إلاّ القليل منَ الطّوّافاتِ إبّانَ الحربِ العالميّةِ الثانية. لكن بعد الحرب، تمّ

وقائع وأرقام

أثقلُ حُمولةٍ

أثقلُ شَحنةٍ حَملَتْها الطوّافةُ السوفياتيّةُ MIL MI-26) «Halo») عام ١٩٨٢. فمروحتُها الرئيسيّةُ مزوّدةٌ بثمانِ أرياشٍ تَستمدُّ الطاقةَ من مُحرِّكَيْنِ ذاتِ قوّةِ دَفْعٍ تبلُغُ ١١٠٠٠ حصان. وَقدْ تمكّنت من رفعِ ٥٦,٧٧ طنًّا متريًّا إلى علوّ ٢٠٠٠ متر.

أضخمُ طوّافةٍ

أضخمُ طوّافةٍ في العالمِ هي السوفياتيّةُ MIL MI-2) «Homer»). ومعروفةٌ أيضاً تحتَ الرّمز (V-12) عرضُها عبر المروحَتَيْن ٦٧ متراً، طولها ٣٧ متراً، ووزنها ١٠٣,٣ أطنان.

أسرعُ طوّافةٍ

ضَربتِ الطوّافةُ الأميركيّةُ المحسَّنةُ «وستلاند لينكس» (Wes-tland Lynx) الرّقمَ القياسيَّ بالسُرعة. فأرياشُ مِرْوَحَتِها مُصمَّمَةٌ خصّيصاً لبلوغِ سُرعةِ ٢١٦ عقدة (٤٠٠,٨٧ كلم) بالسّاعة وقد حقّقَتْها في شهرِ آب ١٩٨٦.

أعلى ارتفاع

حقّقتِ الطوّافةُ الفرنسيّة الصّنع (SA-315B Lama) إنتاجُ شركة (Aérospatiale) إرتفاعاً يَبلغُ ١٢,٤٤ كلم في حزيران ١٩٧٢.

أوّلُ رُخْصة قيادةٍ

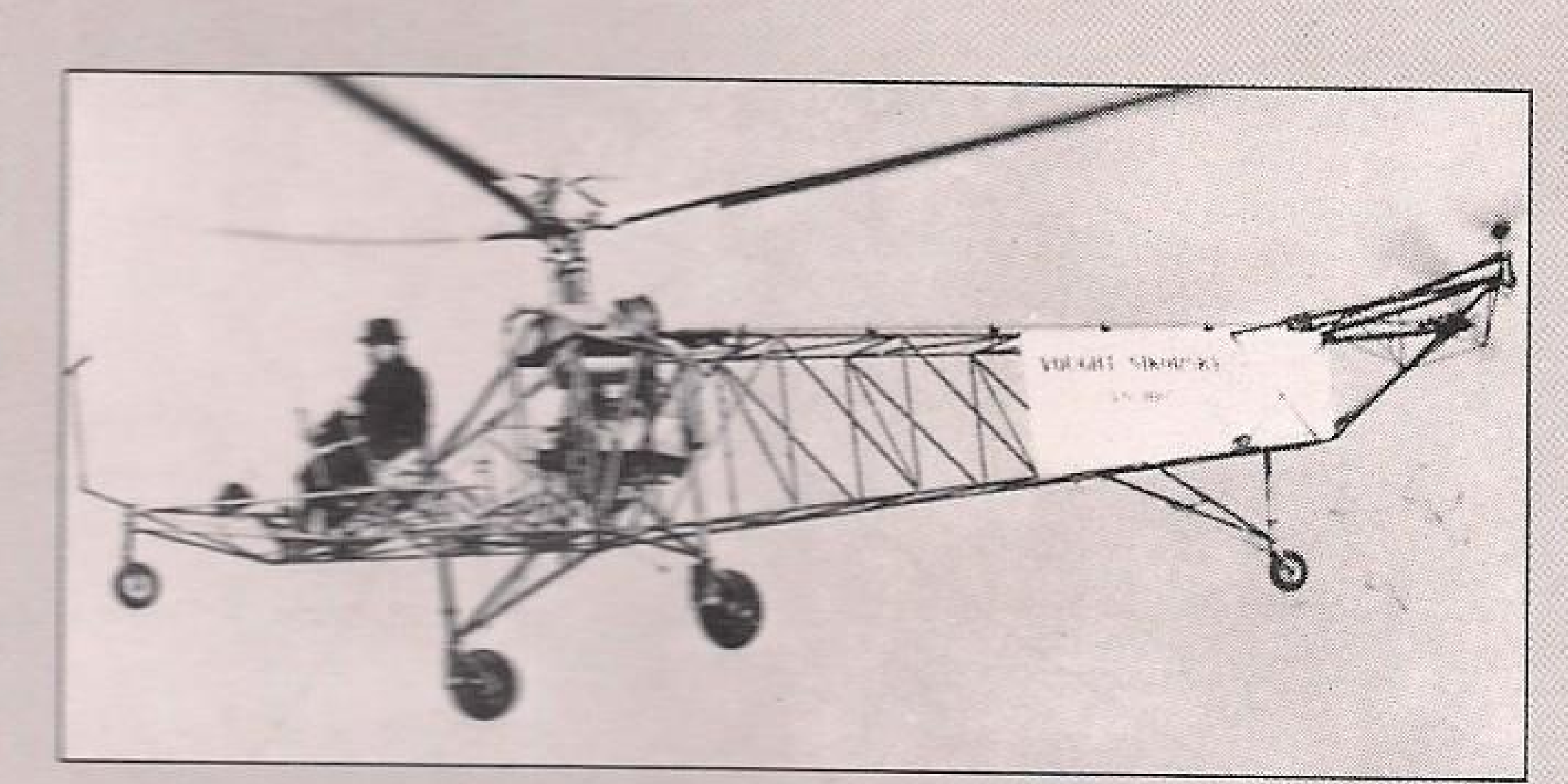
أوّلُ رُخصةٍ لقيادةِ الطوّافاتِ مُنِحتْ بتاريخ ١٤ آذار ١٩٤٧ لقائد جناحٍ في سِلاحِ الطّيرانِ ريجنالد براي الذي كانَ يعمَلُ سابقاً في شركة سيرڤا أوتوجيرو كطيّارٍ أوّل في اختبارِ نماذجِ الطّائراتِ الجديدة.

أوّلُ مَطارِ طوّافات

افتُتِحَ أوّلُ مطارٍ للطوّافاتِ في العالمِ على رصيف رقم ٤١ في ميناءِ نيويورك في ٢٣ أيار ١٩٤٩.

أوّلُ تجربةِ طَيرانٍ ناجحةٍ لطائرةِ أوتوجيرو

قامَ المهندسُ الإسبانيُّ جوان دي سيرڤا في ٩ كانون الثاني ١٩٢٣ بأوّلِ تجربةٍ ناجحةٍ على الطّائرةِ أوتوجيرو طِراز (C.4). كانتْ تَشتملُ على مِرْوَحةٍ مُركّزةٍ على هَيكلِ طائرةٍ ذاتِ مُحرِّكٍ واحدٍ.



أوّل طوافة سيكورسكي (V3-300) عام ١٩٣٩

تطويرُ محرّكٍ جديدٍ سُمّيَ العمودُ التوربينيّ حيثُ فتحَ الطريقَ في الخمسينيّاتِ لإدخالِ تحسيناتٍ مُتلاحقةٍ في تصنيعِ الطوّافاتِ. وعندَ اندلاعِ الحربِ الكوريّةِ (١٩٥٠ - ١٩٥٣) استُخدِمَتْ لأغراضٍ إنسانيّةٍ. كذلكَ الأمر، استُخدِمَتِ الطوّافاتُ إبّانَ الحربِ الفيتناميّةِ (١٩٦٠ - ١٩٧٠) وما بعدُ، بمهمّاتٍ مُختلفةٍ. ففي هذه الحربِ كانَتْ طوّافاتُ «هوي» بل وشينوك (Bell «Huey» and Chinook) تنقُلُ الجنودَ من ساحةِ القتالِ وتجلِبُ التعزيزاتِ اللازمةَ عندَ الضّرورة. وأثناءَ حربِ فيتنام أيضًا أُدخلَتْ لأوّلِ مرّةٍ الطوّافةُ المُسلّحةُ «هوي - كوبرا غانشيب» (Huey Cobra «gunship») وتشتقُّ كلمةُ «هوي» من اسمِ الطّرازِ الأوّلِ المَصنوعِ ١٩٥٥ (HU-IA).

استعمال طوافة «بل هوي» (Bell Huey) في حرب فيتنام



كذلكَ خلالَ الحربِ الفيتناميّةِ قامتِ الطوّافاتُ لأوّلِ مرّةٍ بمُهاجمةِ الدبّاباتِ إلى أن أصبحتِ السّلاحَ الأكثرَ فعاليّةً ضدَّ الدّروع. قادتْ هذهِ الإنجازاتُ المرضيّةُ إلى تصميمِ طوّافاتٍ مُتقدّمةٍ وسريعةٍ تَقومُ بمناوراتٍ حربيّةٍ بارعةٍ مثلَ الطوّافةِ الأميركيّةِ الصّنعِ إنتاجِ شَركةِ هيوز (AH-64 Apache) وكذلكَ السوفياتيّة («MIL MI-24 «Hind).

رسم الطوافة لليوناردو دافنشي



وبما أنّ الغوّاصاتِ أخذتْ تَلعبُ دوراً فعّالاً في الحروبِ الحديثةِ كانَ منَ الضروريّ تطويرُ طوّافاتٍ مُضادةٍ لها، ومنها الطوّافةُ المُضادةُ للغوّاصات: «ملك البحر» (Sea King) فهي مزوّدةٌ بسونارٍ لاكتشافِ مواقعِ غوّاصاتِ العدوّ.

لقد أصبحتِ الطوّافاتُ سلاحاً فعّالاً وخطراً وأحسنُ سلاحٍ يفي لتدميرها هو استعمالُ طوّافةٍ صغيرةٍ سريعةٍ ومُناورةٍ للقضاءِ عليها. ومع هذا، ستبقى طوّافاتُ الرّكابِ عاملةً على خطوطِ النّقلِ القصيرةِ الّتي تَنقلُ المسافرينَ منَ المطارِ إلى قلبِ المدينةِ، فتحطُّ على فُسحةٍ مُخصّصةٍ لها تُسمّى مطارَ الطوّافاتِ (Heliport) إنّهُ عملٌ لا تقدرُ أن تُنجزَهُ الطائراتُ العاديّةُ. وربّما في التسعينيّاتِ ستدخُلُ الخدمةَ الطائراتُ ذاتُ الرّوحةِ المُنحنيةِ.

مَسْرد لأهمّ المصطلحات التقنيّة

سطحٌ انسيابيٌّ هوائيّ Aerofoil

سطحٌ يشبهُ جناحَ الطائرةِ لكنّهُ مصمّمٌ بشكلٍ خاصّ لتوليدِ قوّةِ الرّفع.

مِقْياسُ الارتفاع Altimeter

أداةٌ لقياسِ وتحديدِ مدى علوِّ الطائرة.

أوتوجيرو Autogyro

طائرةٌ تَستعمِلُ مِرْوَحةً رأسيةً (دونَ طاقةٍ) لتولِّدَ قوّةَ الرَّفعِ ومِرْوَحةً ثانيةً تَعملُ على الطاقةِ تدفعُها إلى الأمام.

الطَّيْر Bird

عبارةٌ باللُّغةِ العاميّةِ تَعني الطّوّافة.

القطاعة Chopper

عبارةٌ أخرى باللُّغةِ العاميّةِ تَعني أيضاً الطّوّافة.

حُجْرَةُ الطيّار Cockpit

قِسمٌ منَ الطّوّافةِ مُخصّصٌ للطيّارِ وأجهزةِ السَّيْطرةِ.

جماعيّ Collective

جِهازٌ يُستعمَلُ لتعديلِ زوايا أرياشِ المِرْوَحَة.

حُجْرَةُ الإحتراق Combustion Chamber

جزءٌ منَ المُحرِّكِ يَمتزِجُ فيهِ الهواءُ معَ الوقودِ فتَتِمُّ عمليّةُ الإحتراق.

دَوْريّ Cyclic

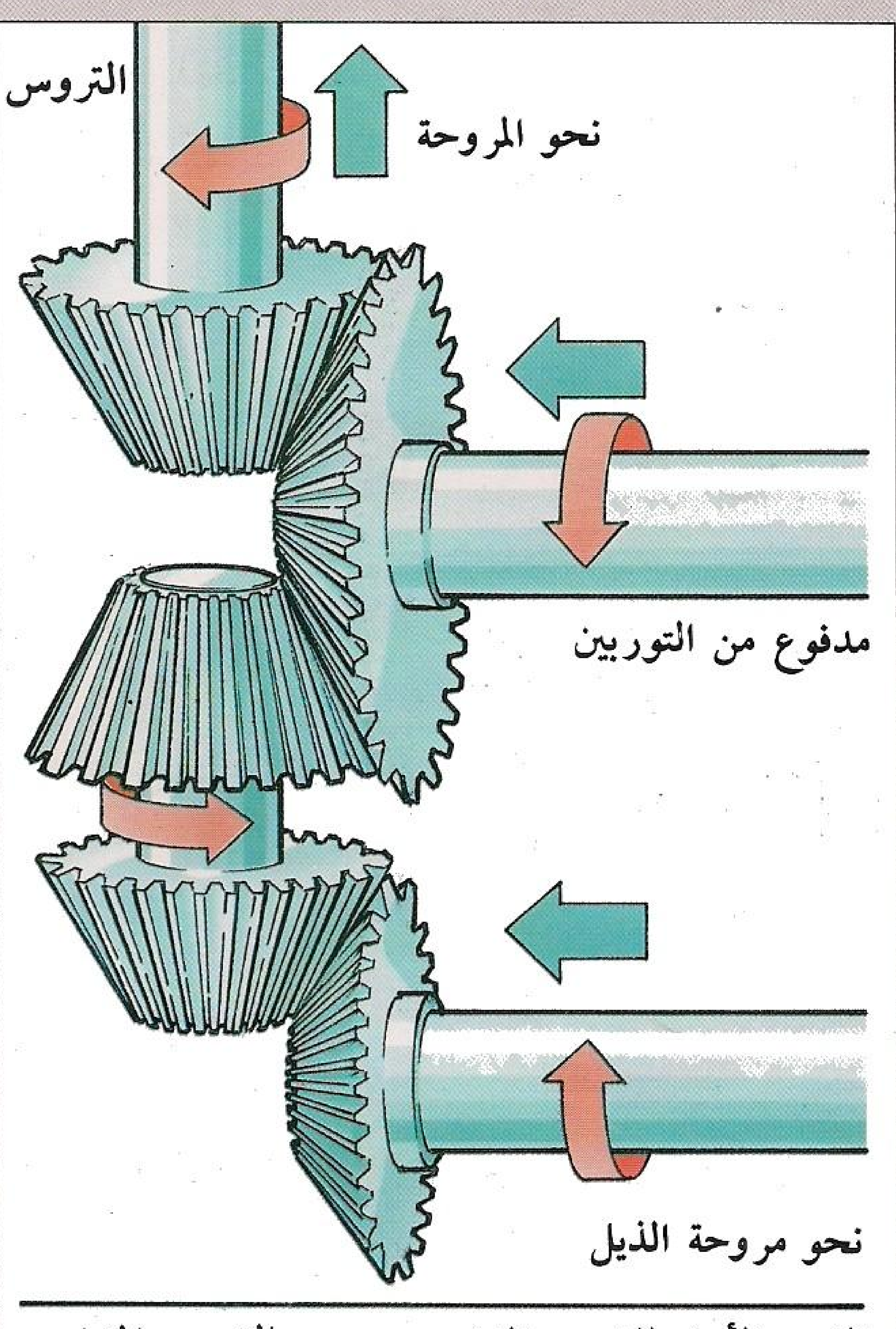
ضابطٌ يُستعمَلُ لتغييرِ اتجاه الطّوّافةِ.

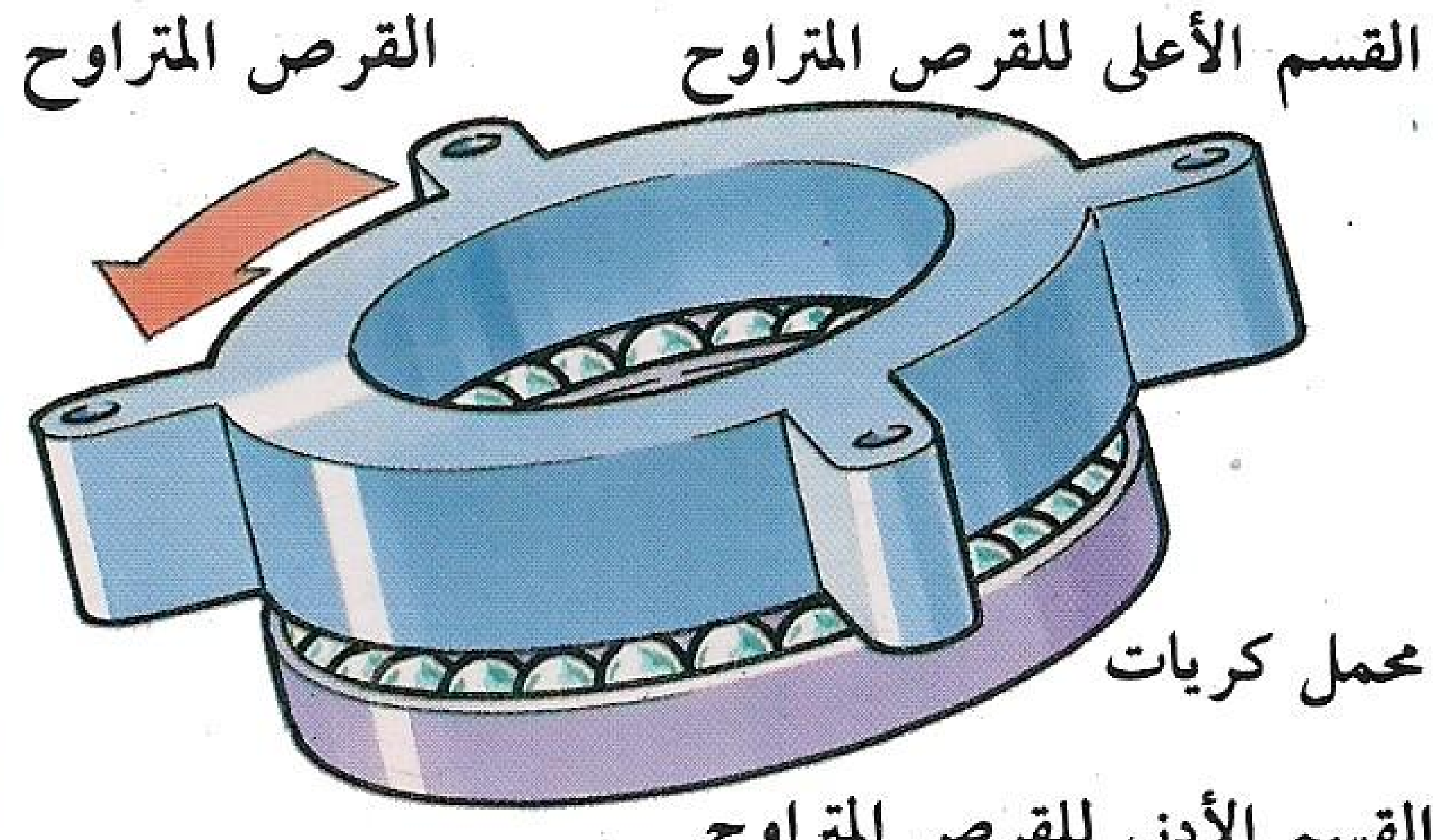
المقاومة Drag

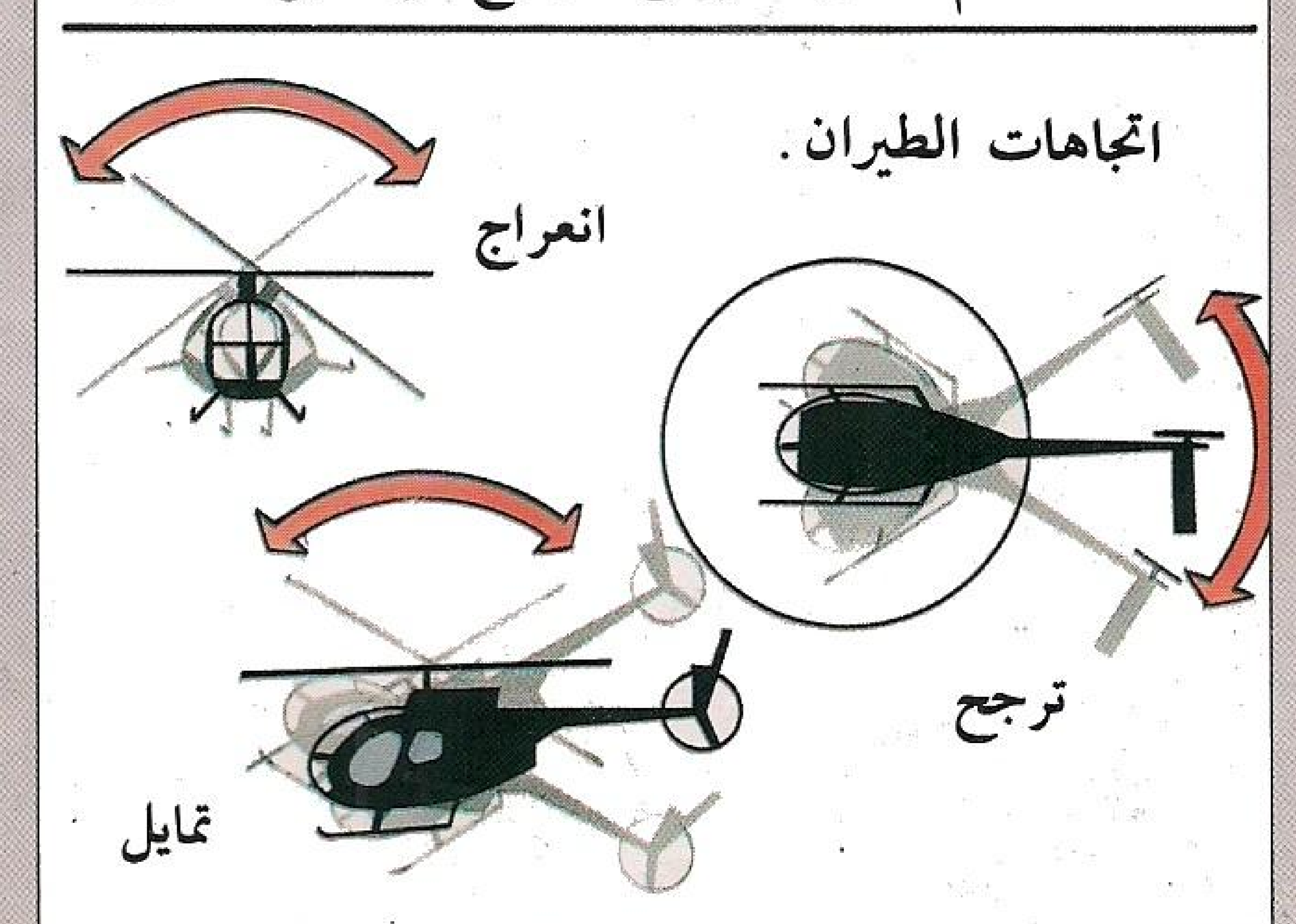
قوّةٌ تُقاوِمُ حركةَ جسمٍ ما وتحاولُ أن تُخفِّفَ من سُرعتِه.

عُلْبة تروس السُّرعة Gearbox

عددٌ من العَجلاتِ المُسنّنةِ مَوصولةٌ بعضُها ببعضِها







الآخر، تُستعمَلُ لتعديلِ السُّرعةِ وتَحويـلِ الطَّاقـةِ إلى العَمودِ الدّائرِ.

الشَّحْن Payload

حُمولة، رُكّاب، أسلحة، أو أيّ وزنٍ إضافيّ تحملُهُ الطوّافة.

إرتفاعٌ وانحِدار Pitch

حركةُ ارتفاعٍ أو انحدارٍ أماميّة لِـمَرْوَحةِ الطوّافةِ.

تروس تخفيض السُّرعة Reduction Gearbox

عُلْبـةُ تروس تُستعمَـلُ لِتخفيضِ السُّرعةِ ولـزيـادَةِ الطاقةِ إلى العمودِ الدّائرِ.

التّمايُل Roll

الإنحرافُ من جهةٍ أو أخرى.

المِرْوَحة Rotor

مَجمـوعَةٌ من الأريـاشِ تدورُ بسُرعـة حـولَ محـورٍ رئيسيٍّ.

ريشةُ المِرْوَحة Rotor Blade

إحدى القِطعِ الّتي تُشكل المِرْوَحَة، طويلة، وعادةً مَرِنة، شبيهةٌ أيضاً بجناحِ الطّائرة.

قرْصُ المِرْوَحة Rotor Disc

قـرْصٌ وَهْميٌ يكـوِّنُـهُ الـدّورانُ السّريعُ لأرياشِ المِرْوَحَة.

قرْصُ مُتراوِح Swash Plate

جهازٌ لنقلِ حَركاتِ الضّـوابطِ الدوريّـةِ والجماعيّـةِ الموجودةِ في حُجرةِ الطيّار لإجراءِ تَغييراتٍ في زوايا أرياشِ المِرْوَحَة.

المخنق Throttle

ضابطٌ يُستعمَلُ في تَعديلِ كميّةِ الوقودِ التي تُغذّي المحرِّكَ فتزدادُ سُرعتُه عند فَتْحِ المخنق.

الدَّفْع Thrust

القوّةُ الدّافِعَةُ للمحرِّكِ، للفَراشِ، والمِرْوَحَة.

المِرْوَحَةُ المُنْحَنية Tilt-Rotor

طِرازٌ جَديدٌ مِنَ الطّائراتِ. بِوسْعِ مَجموعةِ المحرِّكِ والمِرْوَحَةِ أن تَميلَ كي تولِّدَ رفعاً عموديّاً أو دفعاً أُفقيًّا.

التوربين Turbine

فَراشٌ مركّبٌ من عِدّةِ أرياشٍ ومُركّزٌ داخلَ محرّكِ الطائرةِ، يُديرُه تيّارٌ هوائيٌّ أو غازاتٌ ساخِنةٌ صادِرَةٌ من حُجْرَةِ الإحتراق.

إضطِرابٌ هوائيّ Turbulence

تَمنعُ التيّاراتُ الهـوائيّةُ المتقلّبـةُ الهـواءَ من المـرورِ بسهولةٍ عبرَ جانحِ الطّائرةِ أو ريشةِ المِرْوَحَة.

الرّافع Winchman

أحـدُ أفرادِ الـطّاقمِ مسؤولٌ عن تشغيلِ الـرافِعَةِ المزوَّدَةِ ببكرةٍ تَعملُ على الطاقة.

الجناح X X-wing

نوعٌ جديدٌ مِنَ الطائراتِ يَستخدِمُ جناحَين عريضين وصُلْبين للإقلاعِ العموديّ مثلَ الطوّافـة. وبقُدْرةِ هذهِ الطائرةِ توقيفُ الأجنحةِ الدائرةِ والطيرانُ إلى الأمامِ مثلَ الطائرةِ ذاتِ الجناحِ الثّابت.

الإنحراف Yaw

حركةُ انحرافٍ إما إلى جهةِ اليَسارِ أو جهةِ اليمينِ مثلها مثل السيّارةِ عندما تنعطِفُ في زاويةِ الشارع.

فهرس المصطلحات

إبتكار الريشة المتقدمّة (ABC) ٢٥
الأجنحة ٤، ١٠، ١١، ٢٣، ٢٦، ٢٧، ٣٠
أجهزة الملاحة والاتصالات ٤، ٢١
الأدوات ٢٠، ٣٠
أذرعة دوّاسات السيطرة ٤، ١١، ٢٠، ٢١
أرياش المروحة ٤، ٥، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ٢٢، ٢٣، ٢٨، ٢٩، ٣١
اضطرابات هوائية ١٩، ٣١
الإقلاع ٥، ١٠، ١١، ٢٤، ٢٦، ٢٧
أوتوجيرو ٢٤، ٢٨، ٣٠
أوتوجيرو (شركة سيرڤا) ٢٨
بريغنه دوراند ٢٨
بريغنه ريشيه جيروپلاين ٢٨
بوينغ شينوك ٧، ٢٥، ٢٩
التحويم ١٢، ١٣، ٢٠، ٢٣
التقلُّب ١٦
التوربين ٨، ٣١
الثبات ١٣، ١٤، ١٩، ٢١، ٢٩
جناح X ٢٦، ٢٧، ٣١
حالة طارئة ٢٢، ٢٣
حجرة الاحتراق ٨، ٣٠
حجرة الطيّار ٤، ٢١، ٣٠
الحجم ٢٨
الحمولة ٤، ٧، ٢٨، ٣١
دوفين ٢١
الذّيل ٤، ١٢، ١٣، ١٤، ١٦، ١٩، ٢٠، ٢٤
رأس المروحة والمراوح ٥، ٩، ١٠، ١٦، ١٧، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٩
السرعة ١٤، ١٧، ٢٠، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨
السلامة ٨، ٢٢
سيكورسكي ايغور ٢٩
شركة «بل» الأميركية طراز ٢٢٢ وطراز ٢٠٦ ب ١٠، ١٥
الضوابط الجماعيّة للسيطرة على الترجح ٤، ١١، ١٩، ٢٠، ٢٣، ٢٩، ٣٠
الطاقة ٨، ١٢، ١٧، ٢٣، ٢٤، ٢٨
الطاقم ٥، ٢١، ٣١
طوافة «أباشي» ٤، ٥، ٧، ١٦، ١٧، ٢٨
طوّافات الإنقاذ ٧، ١٣، ٢٥، ٢٨
طوّافات ركاب ٦، ٧، ١٨، ٢٧، ٢٨
الطوّافات العسكرية ٤، ٥، ٧، ١٧، ٢٥، ٢٧، ٢٨، ٢٩
طوّافات المراقبة ١٧
الطيّار ٤، ١١، ١٣، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢
الطيران إلى الأمام ١٤، ١٥، ٢٢، ٢٤، ٢٦، ٢٧
الطيران إلى الوراء ١٦، ٢٠
الطيران رأسًا على عقب ١٦
العادم ٤، ٨
عصا القيادة الدورية ١٣، ١٦، ١٧، ٢٠، ٢٩، ٣٠
علبة سنون السرعة ٤، ٩، ١٢، ٣١
ف ٢٢ العقاب ٢٦
ف ٣ ـ ٣٠٠ (V3-300) ٢٩
القرص المتراوح ١٠، ١٧، ٣١
قرص المروحة ١٠، ١١، ١٣، ١٤، ١٦، ١٧، ٢٦، ٣١
قضيب الدفع (عمود نقل الحركة ٤، ٨، ١٠، ١٢
قنبرة ٨
كاموف كا ـ ٢٢» ٢٥
كيروسين ٨
ليبيا ٢٨
مجرى الهواء ١٠، ١١، ١٤، ١٧، ١٩، ٢٣، ٢٤
المحرّكات ٤، ٥، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ٢٠، ٢١، ٢٦، ٢٧، ٢٩
المخنق ٢٠، ٣١
المروحة المنحنية ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٣١
مساعد الطيّار ٤، ٢١
مطارات الطوّافات ٢٨
المفاصل القلاّبة ٤، ٨
المقاومة ٣٠
ملك البحر ٦، ٧، ١٢، ٢٨
المناورات ١١، ١٦، ١٧، ٣١
ميل السوفياتية ٢٨
الهبوط ٤، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦
الهبوط الانحداري ١٩
هوي كوبرا ٧، ٢٩
الهيكل ٤
وستلاند لينكس ١٦، ٢٨
الوقود ٧، ٨

طبع هذا الكتاب في
«مؤسسة خليفة للطباعة»، بيروت، لبنان

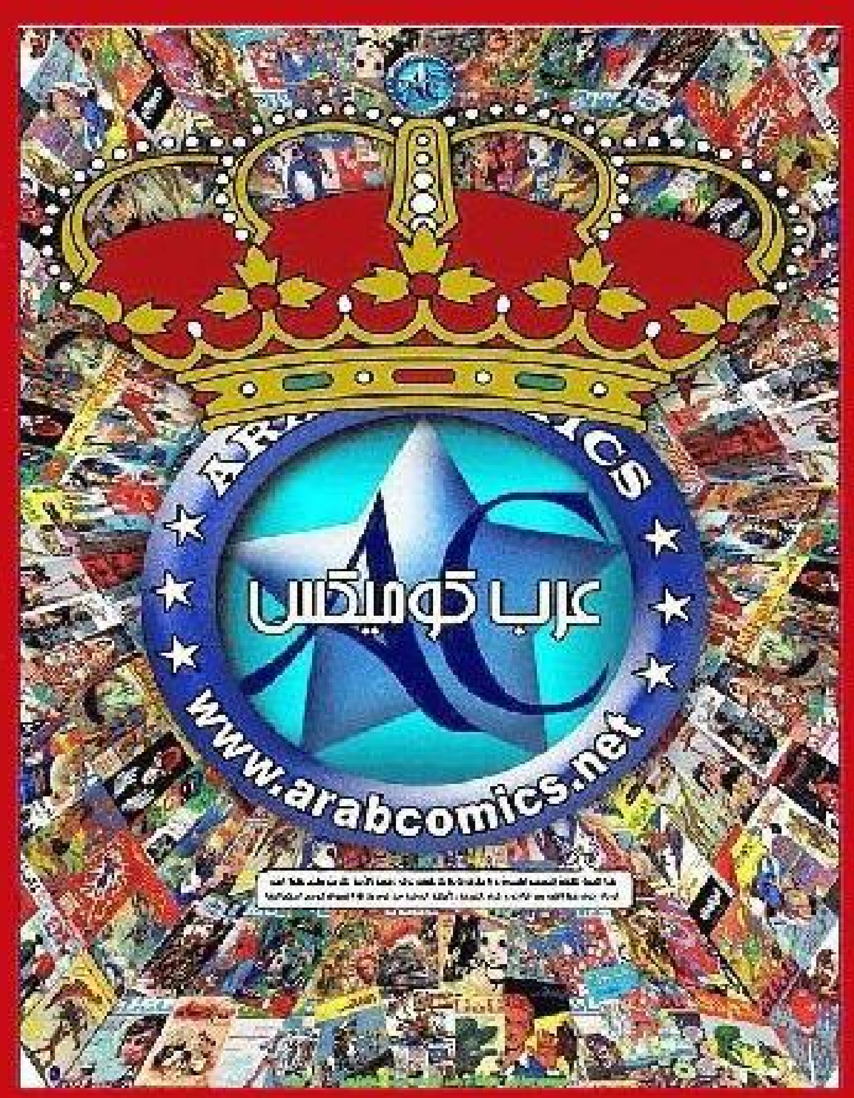
هذا الكتاب من مسح الكتروني وتحويل الى صيغة بي دي اف ورفع على شبكة الانترنت يرجع الفضل الى الله أولا ثم الى الاستاذ أشرف عمر سمور –فلسطين لصالح موقع عرب كوميكس

Ashraf Omar Samour

Arab Comics









كيف تعمل

ما الذي يجعل الطوّافات تطير؟ لماذا أُضيف
للسيّارات شحّان توربينيّ؟ كيف تتمكّن الغوّاصة من الغطس؟
تتناول هذه السلسلة الجديدة للفتيان مواضيع الآلات المعاصرة
انطلاقاً من الدرّاجة الناريّة حتى المكوك الفضائي.
لماذا وجدت؟ كيف تُستعمل؟ وكيف تعمل؟
وباستعمال الصور الملوّنة والرسوم التوضيحيّة والنصوص التقنية السهلة
يصبح كلّ كتاب منها دليلاً علمياً كاملاً ومبسّطاً لأهمّ الانجازات الآليّة.

عناوين السلسلة

الدرّاجات الناريّة • الغوّاصات • المكوك الفضائي • الطوّافات • الشاحنات
الدبّابات القتالية • سيّارات السِّباق • الطائرات المقاتلة
الكاميرا • التلفزيون والفيديو • الليزر والهولوغرام • المِرقب

